

孢子植物形态学

严楚江 著



高等教育出版社

昆

✓ 1479495

58.871

258

1:

孢子植物形态学
严楚江著

应 俊 王 11.17

11.17 11.17

58.871

258

1/2

注 意

- 1 借书到期请即送还。
- 2 请勿在书上批改圈点，折角。
- 3 借去图书如有污损遗失等情形须照章赔偿。

京卡0701

孢子植物形态学

严楚江 著



高等教育出版社

中科院植物所图书馆



S0017165

1479495

本书系廈門大学严楚江先生編写的,内分藻类、菌类、苔蘚、蕨类四編,合称为孢子植物形态学,即孢子植物系統学。

內容讲述各类植物的形态、构造和生活史,从原始的下等种类逐渐到进化的高等植物,从而探求植物界的导源、演化。至于取材方面,則尽量采用本国植物,其中多数标本是作者亲自采集和切制的,并詳細地介紹了它們的生态分布。其它方面,如植物与經济的关系、病菌与寄主的关系,以及病症状态等也都涉及。此外,凡我国古今著作中与本书所举种类有关而为作者所知道的,也都选录进来。

本书可供綜合大学、师范学院、农学院、林学院以及植物科学工作者的参考。

孢子植物形态学

严 楚 江 著

高等教育出版社出版 北京宣武門内承恩寺7号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第054号)

京华印书局印装 新华书店发行

統一书号 13010·614 开本 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张 19 $\frac{3}{4}$

字数 398,000 印数 0001—2,610 定价 (6) 元 1.60

1959年9月第1版 1959年9月北京第1次印刷

序

从1949到1953这几年,我連續写了几編植物形态学,因为印数不多,流傳未能广泛,买不到的人常常建議再版。現在勉力將藻、菌、苔蘚、蕨类四編合成一册,取名孢子植物形态学,以适应需要。并将所有名詞、名称,一律按照中国科学院編譯出版委员会名詞室編訂的,加以更正。內容方面,陈旧及錯誤的地方,都加以修改。敘述方面,原用的文言文,也改成語体文。同时,为了加强爱国主义教育和貫徹科学为生产服务的精神,凡属我国特产和有經濟价值的种类,尽量介紹。生长环境与出产地区則仍然附加,以便利采集和研究。

最后,要声明的就是,我对于孢子植物所知有限,遺漏和錯誤在所不免,欢迎专家們和讀者們批評指正。

严楚江

1959年元旦于鼓浪屿

目 次

序.....	iii
第一編 藻类植物	
第一章 植物的演化和分类系統.....	5
笔者对于植物演化的意見.....	6
第二章 藻类植物概論.....	8
藻类植物分类系統.....	8
第三章 綠藻綱(Chlorophyceae).....	10
团藻目(Volvocales).....	10
衣藻属(10) 盘藻属(12) 实球藻属(13) 空球藻属(14) 团藻属(15) 四孢藻属(16) 美里藻属(17) 綠枝藻属(17)	
綠球藻目(Chlorococcales).....	18
綠球藻属(18) 綠点藻属(19) 盘星藻属(19) 水网属(21) 栅列藻属(22)	
絲藻目(Ulotrichales).....	23
絲藻属(23) 微孢藻属(24) 滑合属(25) 礁膜属(26) 石莼属(26) 环藻属(27)	
剛毛藻目(Cladorhophales).....	28
剛毛藻属(28) 硬毛藻属(29)	
胶毛藻目(Chaetophorales).....	30
毛枝藻属(30) 胶毛藻属(30) 竹枝藻属(31) 鞘毛藻属(32) 联球藻属(34) 小球藻属(34)	
鞘藻目(Oedogoniales).....	35
鞘藻属(35) 毛鞘藻属(37) 陆生鞘藻属(37)	
接合藻目(Conjugales).....	38
眞接合藻亚目(Euconjugatae).....	38
柱胞藻属(38) 水綿属(38) 双星藻属(41) 轉板藻属(41)	
眞鼓藻亚目(Desmidioidae).....	42
新月藻属(42) 鼓藻属(44)	
管藻目(Siphonales).....	45
羽藻属(45) 蕨藻属(46) 伞藻属(47) 海松属(48) 无隔藻属(48)	
輪藻目(Charales).....	50
輪藻属(51)	
綠藻綱提要.....	53
第四章 黃藻綱(Xanthophyceae).....	54
异鞭藻目(Heterochloridales).....	54
变形藻属(54) 絲囊藻属(54) 柄球藻属(55)	
异球藻目(Heterococcales).....	55
异綠球藻属(56) 尖囊藻属(56)	
异絲藻目(Heterotrichales).....	56
黃絲藻属(56)	
异管藻目(Heterosiphonales).....	57
气球藻属(57)	
黃藻綱提要.....	58

第五章 金藻綱 (Chrysophyceae)	60
金藻目 (Chrysomonadales)	60
金藻属 (60)	
金藻綱提要	60
第六章 硅藻綱 (Bacillariophyceae)	61
羽紋藻属 (61)	
硅藻綱提要	62
第七章 隱藻綱 (Cryptophyceae)	63
隱藻目 (Cryptomonadales)	63
紅单胞藻属 (63)	
隱藻綱提要	63
第八章 橫裂甲藻綱 (Dinophyceae)	64
光甲藻属 (64)	
橫裂甲藻綱提要	64
第九章 綠单胞藻綱 (Chloromonadineae)	65
液泡藻属 (65)	
綠单胞藻綱提要	65
第十章 眼虫藻綱 (Euglenineae)	66
眼虫藻属 (66)	
眼虫藻綱提要	67
第十一章 褐藻綱 (Phaeophyceae)	68
水云目 (Ectocarpales)	68
水云属 (68)	
馬鞭藻目 (Cutleriales)	70
馬鞭藻属 (70)	
昆布目 (Laminariales)	71
昆布属 (71) 繩藻属 (73) 囊根藻属 (73) 巨藻属 (73) 海棕綱属 (73) 海蕪菁属 (73)	
黑頂藻目 (Sphacelariales)	74
黑頂藻属 (75)	
网地藻目 (Dictyotales)	75
网地藻属 (Dictyota) (75)	
鹿角菜目 (Fucales)	76
墨角藻属 (77) 馬尾藻属 (78)	
褐藻綱提要	79
第十二章 紅藻綱 (Rhodophyceae)	80
紫菜亞綱 (Bangioideae)	80
紫菜目 (Bangiales)	80
紅毛菜属 (80) 紫菜属 (82)	
眞紅藻亞綱 (Florideae)	82
海索面属 (83) 串珠藻属 (84) 多管藻属 (85)	
紅藻綱提要	86
第十三章 藍藻綱 (Cyanophyceae)	87
藍球藻目 (Chroococcales)	88
枯球藻属 (88) 片藻属 (89) 微胞藻属 (89)	
管孢藻目 (Chamaesiphonales)	89
皮果藻属 (89) 管孢藻属 (90)	

藍絲藻目 (Hormogoniales).....	90
藍藻屬(90) 螺旋藻屬(90) 念珠藻屬(91) 頂孢藻屬(91) 單枝藻屬(91) 雙枝藻屬(92)	
多列藻屬(92)	

藍藻綱提要.....	92
------------	----

第十四章 藻類植物的演化.....	93
-------------------	----

第二編 菌類植物

第一章 菌類植物概論.....	103
類菌植物分類系統.....	103

第二章 裂殖菌綱 (Schizomycetes).....	108
裂殖菌綱提要.....	109

第三章 粘菌綱 (Myxomycetes).....	110
群生粘菌目 (Acrasieae).....	110
圓灰菌屬(110)	
合生粘菌目 (Myxomycetae).....	111
內孢粘菌亞目 (Endosporeae).....	112
發網菌屬(112)	
外孢粘菌亞目 (Exosporeae).....	113
鵝絨菌屬(113)	
粘菌綱提要.....	115

第四章 真菌綱 (Eumycetes).....	116
--------------------------	-----

第五章 藻菌亞綱 (Phycomycetes).....	117
古生菌類 (Archimycetes).....	117
根腫菌目 (Plasmodiophorales).....	117
甘藍根腫菌(118)	
壺菌目 (Chytridiales).....	118
馬鈴薯腐腫菌(118) 根壺屬(119) 藻寄生菌屬(121)	
卵菌類 (Oomycetes).....	121
水霉目 (Saprolegniales).....	121
水霉屬(122) 絲囊霉(124)	
霜霉目 (Peronosporales).....	124
白銹屬(124) 葡萄霜霉菌(126) 另種葡萄霜霉菌(127)	
接合菌類 (Zygomycetes).....	127
毛霉目 (Mucorales).....	127
黑根霉(128) 水玉霉(130)	
蟲霉目 (Entomophthorales).....	130
蟲霉屬(130)	
藻菌亞綱提要.....	132

第六章 子囊菌亞綱 (Ascomycetes).....	133
半子囊菌類 (Hemiascomycetes).....	134
酵母目 (Endomycetales).....	134
酵母屬(134)	
外子囊目 (Taphrinales).....	136
桃縮葉菌(136)	
眞子囊菌類 (Euascomycetes).....	137
曲霉目 (Aspergillales).....	138

曲霉属(138) 青霉属(139)	
白粉菌目(Erysiphales).....	139
白粉菌属(140)	
肉座菌目(Hypocreales).....	142
麦角(142) 冬虫夏草属(143)	
球壳目(Sphaeriales).....	144
苹果黑星菌(144) 鹿角菌属(146)	
盘菌目(Pezizales).....	146
盘菌属(146)	
羊肚菌目(Helvellales).....	146
羊肚菌属(147)	
小虫囊目(Laboulbeniales).....	147
柱头菌(148)	
子囊菌亚綱提要.....	148
第七章 担子菌亚綱(Basidiomycetes).....	150
半担子菌类(Hemibasidiomycetes).....	153
黑粉目(Ustilaginales).....	153
黑粉属(153) 腥黑粉属(154)	
锈菌目(Uredinales).....	154
秆锈菌(155) 胶锈属(158)	
异担子菌类(Heterobasidiomycetes).....	158
木耳目(Auriculariales).....	159
木耳属(159)	
银耳目(Tremellales).....	159
银耳属(160)	
伞菌类(Hymenomycetes).....	160
多孔菌目(Polyporales).....	160
珊瑚菌属(161) 齿菌属(161) 多孔属(161) 牛肝菌属(162)	
伞菌目(Agaricales).....	162
伞菌属(162) 鸡枞(163)	
腹菌类(Gasteromycetes).....	164
鬼笔目(Phallales).....	164
竹荪(164)	
鸟巢菌目(Nidulariales).....	165
鸟巢菌属(166)	
馬勃目(Lycoperdales).....	166
地星属(166) 馬勃属(166)	
担子菌亚綱提要.....	167
第八章 半知菌亚綱(Fungi Imperfecti).....	168
第九章 地衣(Lichens).....	169
地衣的分类.....	169
地衣的构造.....	170
地衣的繁殖.....	171
地衣生产地点.....	172
第十章 菌类植物的演化.....	173
第三編 苔蘚植物	
第一章 苔蘚植物概論.....	179

第二章 苔綱 (Hepaticae).....	180
地錢目 (Marchantiales).....	180
叉小錢苔(180) 浮苔(181) 地錢屬(183)	
叶苔目 (Jungermanniales).....	185
腋蒴叶苔亞目.....	185
囊果苔屬(186) 片叶苔屬(187) 溪苔屬(188) 叉苔屬(188) 帶叶苔屬(189)	
頂蒴叶苔亞目.....	189
光萼苔屬(189)	
角苔目 (Anthocerotales).....	191
角苔屬(192)	
苔類提要.....	194
第三章 蘚綱 (Musci)	195
泥炭蘚目 (Sphagnales)	195
泥炭蘚屬(195)	
黑蘚目 (Andreaeales)	197
黑蘚屬(197)	
真蘚目 (Bryales).....	198
葫芦蘚屬(199) 大金发蘚(202)	
寄生种类.....	202
烟杆蘚屬(202)	
蘚類提要.....	203
第四章 苔蘚植物的演化	204

第四編 蕨類植物

第一章 蕨類植物概論	209
莖的解剖	209
根的解剖	210
叶的解剖	211
孢子囊	211
蕨類植物的分類	212
第二章 石松綱 (Lycopodiinae)	214
石松目 (Lycopodiinae)	214
无叶舌(孢子同型)亞目.....	214
石松屬(214) 舌叶蕨屬(218)	
有叶舌(孢子异型)亞目.....	219
卷柏屬(219) 水韭屬(223)	
古石松类.....	225
原生鱗木屬(225) 鱗木屬(226) 古封印木屬(228) 封印木屬(228) 普羅洛米亞屬(230)	
石松綱提要.....	231
第三章 裸蕨綱 (Psilophytinae)	232
松叶兰目 (Psilotales)	232
松叶兰屬(232)	
裸蕨目 (Psilophytales).....	235
萊尼蕨屬(235) 裸蕨屬(236) 星木屬(236)	
裸蕨綱提要.....	237
第四章 木賊綱 (Equisetinae)	238

木賊目 (Equisetales)	238
木賊属 (238)	
古木类賊	241
芦木属 (241) 楔木属 (243) 拟鮑尼木属 (244)	
木賊綱提要	244
第五章 蕨綱 (Filicinae)	246
(一) 厚囊蕨亞綱 (Eusporangiatæ)	246
瓶尔小草目 (Ophioglossales)	246
瓶尔小草属 (246) 阴地蕨属 (248) 七指蕨属 (249)	
观香座蕨目 (Marattiales)	249
山馬蹄属 (249) 古观香座蕨属 (250)	
(二) 薄囊蕨亞綱 (Leptosporangiatæ)	250
蕨目 (Filicales)	250
紫萁属 (251) 海金沙属 (253) 芒萁属 (255) 拳属 (257) 膜叶蕨属 (259) 豇属 (261) 瘤	
足蕨属 (263) 桫欏属 (264) 姬蕨属 (267) 蕨属 (268) 铁线蕨属 (271) 虎尾蕨属 (274) 狗	
脊属 (276) 贯众属 (277) 滇紅腺蕨 (279) 水龙骨科 (281)	
槐叶苹目 (Salviniales)	283
槐叶苹属 (283) 滿江紅属 (286)	
古眞蕨类	288
原生蕨属 (289)	
蕨綱提要	290
第六章 蕨类植物的演化	291
器官的演化	293
参考文献	296

第一編 藻類植物



第一編 卷首图

馬尾藻的一种——海蒿子(*Sargassum pallidum*), 1950年8月采自山东烟台。

图中表示有“叶”的营养枝、有托的繁殖枝和浆果状的气囊。約有实物的 $\frac{1}{9}$ 大。(实物写生)

第一章 植物的演化和分类系統

植物的演化是学者所探求和研究的,自科学萌芽以来,无日不在研求之中。分类系統是植物学者对于植物演化意見的表示,自其开始,迄于今日,虽学者輩出,系統迭更,但对于植物的源流与其亲疏的关系,恐怕很难認為已經解决了。不过,意見日趋一致,而系統漸臻完善而已。我国文化发源最早,药用和农用植物相傳創始于神农,不过几千年来研究植物学的人不多。清代吳其浚著了“植物名实图考”这部巨著。吳其浚是我国近代杰出的植物学家之一。他的这部著作初步俱备分类学的形态。在当时就有这样的科学著作是难能可貴的。可惜繼承无人,否則今天我們的分类科学不至于完全取法外国。欧洲植物科学創始于阿里斯多德(Aristotle 384—322 B.C.),他的弟子西阿佛雷士特士(Theophrastus 380—287 B.C.)将植物分为乔木、灌木、草本3大类。这是植物分类系統的开端,以后人才輩出,学說紛紜,分类系統常有新制,現在将一些貢獻重大的分述于后:

(一)法人德裕苏叔侄2人(侄名Antonie Laurent De Jussieu 1748—1836,叔名Bernard de Jussieu 1699—1777)創立自然系統而有植物志属的发表。按子叶的有无和单双,而将植物界分成无子叶(Acotyledones)、单子叶(Monocotyledones)及双子叶(Dicotyledones)3大門,又以花瓣、花冠的有无、多少和生长的位置而分成綱、目。

(二)英人布朗(Robert Brown 1773—1850)除发现細胞核这一重大貢獻之外,还发现种子有裸露和包裹的分別。裸子(Gymnosperms)和被子(Angiosperms)两大植物群,因之而建立。

(三)德人艾希勒(A. W. Eichler)在1883年将植物界分为:(1)藻菌植物(Thallophyta), (2)苔蘚植物(Bryophyta), (3)蕨类植物(Pteridophyta), (4)种子植物(Spermatophyta)4大門,直到今天还有沿用这种系統的。

(四)德人恩格勒与柏兰图(Engler, Prantl)自1887到1909,經過22年完成分类巨著,名为“植物自然志科”(Die Natürlichen Pflanzenfamilien),将植物界分为13部,对植物分类学有重大的貢獻。

(五)和恩格勒前后齐名的,在法国有德堪多(Augustin Pyrame de Candolle 1778—1841),著有“植物自然系統”(Prodromus systematics naturalis regni vegetabilis)。

(六)英人边沁与虎克(George Bentham, Joseph Hooker)取材于德堪多系統而加以修正。从1862到1883年間,著有“植物志属”(Genera Plantarum)。与恩格勒、柏兰图及德堪多可謂鼎足而三,为全世界学者所遵循。

(七)除上述的3大系統而外,各国分类学者不时拟制系統問世,到了1935年,魏特斯丹英(R. V. Wettstein)又有1个新系統出現,他将植物界分成9門、8部、4亚部和16綱。

(八)此外,还有巴些(A. Pascher)在1931年以植物色体的有、无为标准,也制定1种系統。

(九)近若干年来,自蕨类而上,关于苔蘚及維管束植物的分类和系統有所貢獻的,例如,秦仁

昌[1940]、康普兰[E. B. Copeland 1947]、克利司吞生[C. Christensen 1947]、柏施[Ch. E. Bessey 1905]、哈利叶[E. Hallier 1903]、赫經生[J. Hutchinson 1926, 1932]、克萊門資[F. E. Clements 1928]等等都有新分类系統发表。維兰德[G. R. Wieland 1929]創被子植物多元說[胡先驕1950]，而伊母斯[A. Eames 1936]也說維管束植物的来源是多元的。最近，胡先驕[1950]还发表了“被子植物的一个多元的新分类系統”。

(十)自維管束植物而下，关于藻菌植物的演化与分类系統有所发表的，則首推巴些的系統。其余象罗岁[J. P. Lotsy 1907]、史密斯[G. M. Smith a 1933, b 1938, c 1938, d 1943]、費理盧[F. E. Fritsch 1945]等人也各有著述。

(十一)除上述外，关于生物和非生物、动物和植物的演化有发表的，則有罗斯麦勒[W. Rothmaler 1948, 1949]、康普兰[H. F. Copeland 1938, 1917]、黑克尔[E. Haeckel 1866]等人。且有“生物界系統”(System der Organismenwelt)的发表。主要的是将生物分为：(1)半生物(Aphanobionta)；(2)无核生物(Anucleobionta)；(3)原始生物(Protobionta)；(4)植物(Cormobionta—Cormophyta—Pflanzen)；(5)动物(Gestrobionta—Metazoa—Tier)，共5大群。

笔者綜合“諸子百家”的学說和分类系統，认为植物界全体的演化有下列各主要步骤：

(1)从无生物演化为过濾物和噬菌体。(2)从上述的这些演化为无核生物如細菌、[藍藻]粘藻(Myxophyceae)等。(3)藻类和一部分菌类从鞭毛类(Flagellates)演化而来(藍藻除外，紅藻[Rhodophyceae]可能除外)。(4)从藻类演化为苔蘚和蕨类；或藻类演化为蕨类，再从蕨类演化为苔蘚。(5)由蕨类发生裸子植物和被子植物。現采取各派植物分类学說系統的意見，拟定植物界的演化是有“多元、分歧、汇合、并进”这4条不同的路綫^①。

笔者对于植物演化的意見

笔者以为植物的演化，可以拿現代各家制作的系統为代表，但究竟如何，殊难推測。茲将困难之点，略述如下：

(一)化石的保存不全，不够供給探寻植物的渊源。(二)植物的个体及其器官或組織的演化是曲綫式的，而不是直綫式的。現在用形成层作为例子，形成层在裸子植物最为发达，而在蕨类和单子叶植物都不发达。如果不知蕨类和单子叶植物在演化上的地位，而专拿形成层一点来論进化，那么，二者的高下，很难分辨。又例如頸卵器在蕨类最为发达，而藻类和被子植物却无此种构造。类似这些的証据很多，都足以証实植物的演化是曲綫式的。(三)植物受外界环境的影响，常有形态上的特化，以致失其本来面目。象沙漠中生长的大戟科植物，除花而外，莖的外部形态和仙人掌科植物完全沒有分別。(四)植物来源是多元的，而演化又不限于一直綫而是分向多方面的，且有彼此并行或汇合的演化。象綠藻綱和黄藻綱(Xanthophyceae)在演化方面为平行并进

① 严楚江：形态学中的植物演化問題，廈門大学学报自然科学版，1955年，第三期。

的藻类。如果以它們的单細胞的种类作为原始的,則其演化都可分向球状群体、不定群体或树状群体等多方面发展,而不限定于某一方面。所以它們的演化途徑多而分歧,易于使人眩惑。就用上述的4点來說,要确知植物演化的过程很不容易,柏施(Ch. E. Bessey)說过:“演化不仅限于一器官或其一部分,同一植物的各器官演化的高下,很有不同”,又說:“演化并非一条直綫向上的,其方向可能平行、紆迴、甚或后退”[刘毅然 1935],張景鉞[1957]取灌木的形状来比喻植物界的演化,而不取乔木。笔者以为,仅取灌木还未足比喻它們来源的繁复,必須取丛生灌木,才能比喻植物是来自多元,而它們的发生則是多枝并出的。

第二章 藻類植物概論

藻菌植物(Thallophyta)是植物界中最下等的,其構造簡單,無根、莖、葉、花、果實等的區別。最簡單的,全體是1枚細胞,且有的僅僅是1團原生質,較普通細胞更為簡單。其較為高等的,雖是多細胞,或偶有具根莖葉的形狀,但也屬於配子體所分化而成,其構造遠不及種子植物那樣由孢子體分化而成的複雜。藻菌植物的形態,小的極其微小,象細菌(Bacteria)之類,最小的不過0.0005毫米而已。巨大的如褐藻(Phaeophyceae)之類,有長到百米的。藻菌植物水生的居多,生于陸地的也多在潮濕的地區。藻菌植物的分類雖常有改進,然而仍不免武斷,很不自然。盡善盡美的分類,還有待於我們今后的努力。這類植物依其生理的關係,可分為藻和菌2大門。

藻類植物(Algae)是藻菌植物中的1大門,它們和菌類(Fungi)的區別是具有葉綠素,能行光合作用,獨立生活。這類植物占藻菌植物的半數以上。形態方面由簡單而逐漸達到有分化。高等植物的構造,能夠有今日這樣的複雜,因其進化過程或與藻類相似,甚至有人認為高等植物導源于藻類。藻類的種類繁多,形態各異,而目前學者將從前認為動物的鞭毛類(Flagellates)和原蟲(Protozoa)的一部分都劃歸成藻類。因此,分類方面更感繁碎。且今日的藻類學者認為色素和形態仍屬重要之外,而細胞壁及光合作用產物的化學性質也均應顧及。換言之,形態、生理、化學成為研究藻類的三要素,並非象以前那樣,只拿色素或形態一種要素即可定其屬於何科、何種了。

我們研究植物,每由下等植物入手,因其形態簡單,接近原始種類。且學者有承認今日的高等植物導源于下等的,而形態和構造方面,也由簡單進到繁復。所以研究植物界,可以從藻菌植物開始,經苔蘚(Bryophytes)、蕨類(Pteridophytes),而達到種子植物。雖其進化或非確有直接關係,然而形態器官的演進,由簡而繁的程序,得以窺探了。

藻類植物分類系統

藻類從前分為4綱,最近改作7門[張景鉞 1957],也有不分門而分為10綱[Dangeard 1933]或11綱[Fritsch a 1935, b 1945]的,現在摘要分列如下:

I.

1. 藍藻綱(CYANOPHYCEAE)
2. 綠藻綱(CHLOROPHYCEAE)
3. 褐藻綱(PHAEOPHYCEAE)
4. 紅藻綱(RHODOPHYCEAE)

II.

1. 藍藻門(CYANOPHYTA)
2. 綠藻門(CHLOROPHYTA)
3. 裸藻門(EUGLENOPHYTA)
4. 金藻門(CHRYSOPHYTA)
5. 甲藻門(PYRROPHYTA)
6. 褐藻門(PHAEOPHYTA)
7. 紅藻門(RHODOPHYTA)

III.

1. 金藻綱(CHRYSOPHYC'EES)
2. 鞭毛藻綱(FLAGLLOPHYC'EES)
3. 虫藻綱(DINOPHYC'EES)
4. 硅藻綱(BACILLARIOPHYC'EES)
5. 黃藻綱(XANTHOPHYC'EES)
6. 綠藻綱(CHLOROPHYC'EES)
7. 輪藻綱(CHAROPHYC'EES)
8. 褐藻綱(PHAEOPHYC'EES)
9. 紅藻綱(RHODOPHYC'EES)
10. 藍藻綱(MYXOPHYC'EES)

IV.

1. 綠藻綱(CHLOROPHYCEAE)
2. 黃藻綱(XANTHOPHYCEAE)
3. 金藻綱(CHRYSOPHYCEAE)
4. 硅藻綱(BACILLARIOPHYCEAE)
5. 隱藻綱(CRYPTOPHYCEAE)
6. 橫裂甲藻綱(DINOPHYCEAE)
7. 眼虫藻綱(EUGLENINEAE)
8. 綠单胞藻綱(CHLOROMONADINEAE)
9. 褐藻綱(PHAEOPHYCEAE)
10. 紅藻綱(RHODOPHYCEAE)
11. 藍藻綱(MYXOPHYCEAE)

筆者以为最后的分类系統最为精細, 本书即采用这个分类系統。

第三章 綠藻綱(CHLOROPHYCEAE)

本綱特征 凡屬綠藻，都有下列各種特征：(a)色素，都具有葉綠素 a、葉綠素 b、胡蘿卜素及葉黃素 4 種。其成分及比例的多少，與高等植物完全相同。(b)常產生淀粉核。(c)光合作用的最後產物是淀粉。(d)細胞壁的構成物質是纖維素。(e)游動份子有絨毛 2 或 4 根，長短相等，通常生於體的前端。當游動時，絨毛向前方指動。綠藻科屬很多，現在分成 9 目，分別討論如下：

團藻目(VOLVOCALES)

本目特征 這目植物為單細胞，或成群体。群体有盤狀、球狀、不定群体狀、樹狀或不具定形等種。始終活動，或有不活動成為不定群体狀，如環境適合則又可繼續恢復活動。也有營養體並不活動，只有細胞在分裂之時，及其繁殖細胞能動的。此目植物多半生長在淡水中，也有生於海水中的。

細胞構造 細胞有卵形、心形、梨形、紡錘形、圓形等。通常具有：(1)杯狀葉綠體 1 枚，淀粉核附生體上。(2)收縮泡。(3)全部或一部分生活史中有眼點。(4)細胞核 1 枚，通常在細胞中部，生於淀粉核之前。(5)細胞壁有分泌膠質的。(6)絨毛 2, 4, 8 根，或細胞質的假絨毛 2 根。

繁殖方法 繁殖方法有性、無性都有。無性繁殖時，發生游動孢子或新群体。有性時，產生同形配子或异形配子。交配時，為同宗交配或异宗交配。

衣藻屬(*Chlamydomonas*)

構造 衣藻全體是 1 枚單細胞。有圓形、長圓形、梨形、短筒形、卵形等種。絨毛 2 根，生於體的前端，彼此密接(圖 1.)。細胞壁 細胞壁很薄，但分為內、外 2 層。外層堅固，內層膠質狀。其化學性質是半纖維素組成，而非真正的纖維素。細胞壁之外，也有厚到 0.05 毫米的膠質層包圍和保護着。葉綠體 衣藻的葉綠體一般是杯狀的，偶有成星狀、帶形或 H 形的。具有薄膜，體積很大，佔據全細胞的大半部。淀粉核 通常 1 枚，也有 2 枚或沒有的，看種的不同而定。淀粉核往往附生葉綠體上，核的周圍有淀粉粒圍繞着。收縮泡 收縮泡 2 個，生長在絨毛基部附近。眼點 衣藻都具有眼點，其數通常 1 枚，生於絨毛基部附近及細胞的邊緣。形態有圓形、卵形或短綫狀等。普通衣藻都有眼點，但也有不生的。神經運動器 某幾種衣藻在絨毛的基部有神經運動器。據說，此器與絨毛的運動有關。中央液泡 衣藻和其他植物不同，體的中央並無液泡。

繁殖方法 各種衣藻的繁殖方法，都分為有性及無性 2 種。現在分別敘述於后。(1)無性繁殖 衣藻的無性繁殖方法很多，象：(a)游動孢子的產生 衣藻平常游泳於水中，非常活潑。

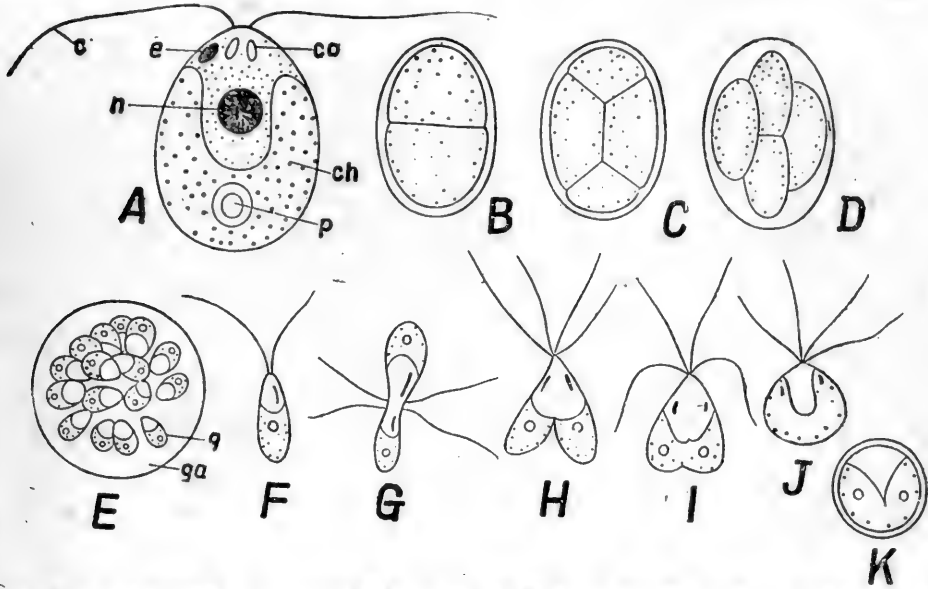


圖1. 衣藻: A. 全体构造略图; B—D. 无性繁殖; E—K. 有性繁殖; E. 配子囊; F. 配子; G. 交配; H—K. 接合子。c. 纤毛; ch. 叶绿体; n. 细胞核; p. 淀粉核; co. 收缩泡; e. 眼点; g. 配子; ga. 配子囊。(仿 Smith 重繪)

行无性繁殖时,其游动逐渐迟缓,終至完全不动。纤毛收缩,最后完全不見。原生质体纵裂为左右2团,同时细胞核、淀粉核及叶绿体都纵裂为2,分居于2团原生质之中。当分裂之时,淀粉核也有先行消失,而后再发现的。如此继续分裂,由1团原生质,可分为多数的新原生质团。衣藻无性繁殖时,其原生质分裂次数,常常是1到3次,結果所产生的新原生质团,是2,4,8枚(图1. B, C, D)。当分裂停止时,此裸体的原生质团,发生神经运动器、细胞壁和纤毛,便成为1小型的衣藻,这就是游动孢子。此时,发生游动孢子的老细胞,便称为游动孢子囊,其壁就是游动孢子囊壳。孢子囊壳渐被溶化成为胶状体,最后破裂。游动孢子遂得释放,而自由游泳于水中。待长大后,就成为衣藻。衣藻在无性繁殖时期,细胞核的分裂是间接分裂。所以虽然1个母细胞核分裂成多数子细胞核,但染色体的数目并不减少。因此,母子两细胞核染色体的数目,都可用 N 作代表。

(b)不定群体时期 这种繁殖方法,在开始之时,细胞分裂的步骤,与(a)所述的完全相同。直到最后孢子囊壳变成胶质时,虽然继续膨大,但不破裂,其中原生质体不断分裂,成为数以百计的新单位而不游动,全体成1胶质包被,中含无数新细胞,叫做不定群体时期。这种现象,并非衣藻所独有,他种游动藻类也是常有的。由此,静止的新细胞当胶壳溶解后,也可成为活泼的游动孢子。

(c)静孢子 当外界环境不利于活动时,游动孢子可由活动变为静止,且在体外发生细胞壁,成为1孢子,这种孢子,称为静孢子。

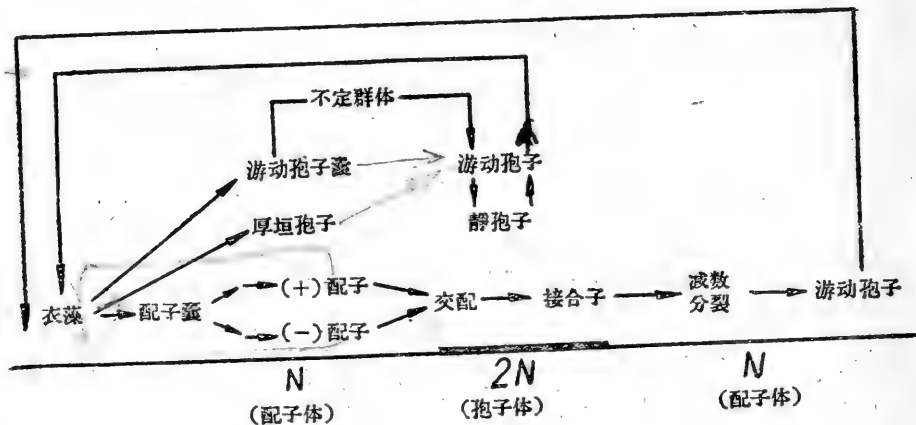
(d)厚垣孢子 老细胞的细胞壁加厚,变成休眠状态,同时细胞中贮藏食物及特种色素,这种孢子,称为厚垣孢子。如环境改变,有利于活动时,无论静孢子或厚垣孢子,都可再成为游泳活泼的衣藻。

(2)有性繁殖 衣藻行有性繁殖时,其最初几个步骤,和行无性繁殖时相同,不过原生质分裂成较多的小团而已。它的数目通常是4, 8, 16, 32, 64。这些新分化的小分子是一些裸露的原生质团,有的具薄膜。形状构造,和母体以及游动孢子完全相同。但从母体出来之后,会互相交配,因为它们要交配,所以叫做配子。而产

生配子的老細胞，就称为配子囊(图 1. E)。异性配子的体积与形状都是相同的，称为同形配子。完全不同的，称为异形配子。形状相同而体积大小不同的，笔者原来拟叫做同形异积配子或简称异积配子，但现在也称做异形配子。衣藻的配子通常同形，但也有异积的。配子游泳若干时间后，互相配合。配合时，是侧面交配，或是头部相对而交合(图 1. F, G, H)。如果配子有膜，则交配之前，必定和膜脱离。配合后，成 1 較大的衣藻，且有纤毛 4 根。其后纤毛收缩，全体成一圓团，并立即发生薄膜，然后随之而发生厚壁，成为接合孢子，或简称接合子(图 1. I—K)。如以 N 代表配子体中染色体的数目，则 2 个配子交配而成的接合孢子，其染色体的数目較 1 个配子的增加 1 倍，所以通常用 $2N$ 来代表。凡細胞中具有 $2N$ 染色体的，一概称为孢子体。具有 N 染色体的，一概称为配子体。萌发时，接合子細胞核行减数分裂 1 次及間接分裂 若干次。将具 $2N$ 染色体的細胞核，分成 2 到 4 枚(N)染色体的細胞核。每 1 个細胞核和其周圍的細胞質，分化成 1 个游动孢子。配子沒有配偶的，也可以发育成新植物体。

生长环境 衣藻生长在淡水池沼中，除冬季之外，都可以发生，但春秋最多。我国南北各地，都有发现。

衣藻生活史图表



盘藻属(Gonium)

构造 盘藻是多細胞的群体，每 1 群体中，有 4 和 16 枚細胞之別，但都成四方形的平面体。群体之外，有胶质垫圍护着，此垫也成四方形。盘藻的群体如果是 4 枚細胞的，则每 1 細胞居四方形的一角。倘是 16 枚細胞的，则分內、外两圈，內圈 4 枚，外圈 12 枚(图 2. A, B)。各細胞都有胞間联絲(原生質絲)互相通連。每 1 枚細胞的构造，和衣藻完全相似(图 2. C—D)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 行无性繁殖时，細胞間的原生質絲，事先收缩。每 1 細胞，依其群体所含細胞的原数，纵裂成游动孢子，4 或 16 枚。这样就成了 1 个新群体。(2)有性繁殖 此藻的配子，由同 1 个植物体产生的，不能交配。就是说，它們的外形虽沒有不同，但在性的方面实有区别。配子具 2 根纤毛，交配时多半从侧面交配。交配后成衣藻狀的細胞，而具 4 根纤毛。此細胞游泳于水中，不久即行静止，具分泌 1 光滑的厚壁，就是接合孢子。萌发时，先行减数分裂，

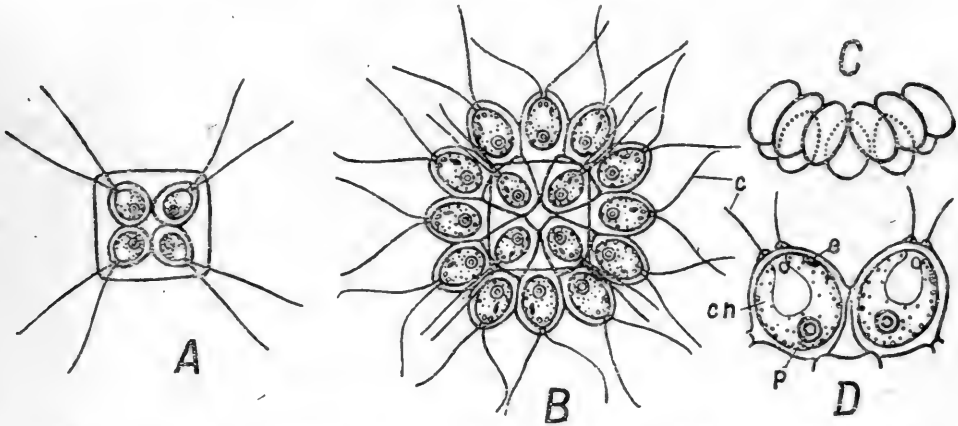


图2. A—B. 盘藻; C. 图解式的側面观; D. 群体的一部分放大, 示其构造。c. 纤毛; ch. 叶绿体; p. 淀粉核; e. 眼点。(仿 Fritsch 重繪)

分成游动孢子4枚, 就成为1个4細胞的群体。倘若群体是16枚細胞的, 則每1个游泳孢子分裂4次, 成为16枚細胞的新群体。

生长环境 和衣藻相同。

实球藻属(*Pandorina*)

构造 实球藻每1群体通常含有細胞16枚, 而含有8和32枚細胞的, 也偶尔会遇到。各細胞密接排列, 成长圓或近于圓形的球体(图3. A)。球外有胶质层包围和保护着。胶质层如分内、外两层的时候, 則內层致密, 外层稀薄而質淡如水。

細胞构造 細胞的构造和衣藻相类似。也有2根纤毛、1枚眼点、杯状的叶绿体及1或多个淀粉核, 并細胞核及收缩泡各1枚。但細胞的形状, 和衣藻微有出入。此藻的細胞是梨形的, 即一端尖小, 另端平闊。而纤毛所生之处是在平闊的那一端, 这是和衣藻不同之处。

繁殖方法 (1)无性繁殖 实球藻的无性繁殖, 和衣藻及盘藻大概相似。最先全体静止, 下沉于水底。

胶质层渐变稀薄, 并渐膨大。細胞的纤毛收缩。然后各細胞行纵分裂, 成为游动孢子。每1枚細胞产生游动孢子的多少, 必与其母群体細胞的数目相同。从1枚母細胞所产生的游动孢子, 全数成1个新群体。最后, 老細胞壁及胶质层消失, 新群体就出于母体之外。 (2)有性繁殖 每1母群体, 可以分裂成2个子群体。其細胞的排列, 从致密变为疏松。胶质层吸收多量的水分, 以致膨大。并由濃厚变成稀薄, 結果和水相似。子群体中, 每1枚細胞就是1个配子。实球藻是异形(异积)配偶的。交配时, 两个配子的大、小不同。按体型, 小的称为小配子, 而大的称为大配子; 如果按生理, 則小的称为雄配子或精子, 大的称为雌配子或卵。雌、雄配子的构造, 和普通細

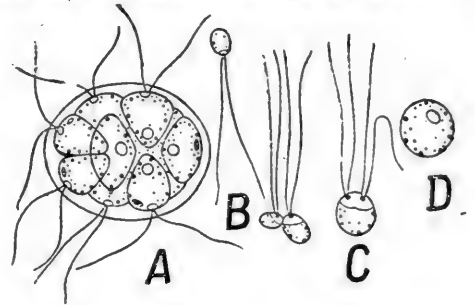


图3. 实球藻: A. 群体略图; B—D. 配子交配及接合子。(仿 Coulter 重繪)。

胞相类似。交配时是相对(头对头)或侧面交配。交配后成1枚較大的細胞,具4根纤毛,2个眼点,2个細胞核,在水中游泳(图3.C)。不久,2个細胞核接合,就成为接合孢子。纤毛也随即收缩,且分泌光滑的厚壳。这时,内部的原生质体呈綠色及橙黃色(图3.D)。萌发时,接合子先行减数分裂,然后分化成1到3枚游动孢子,每1个游动孢子静止后,成1个圓形細胞,并分泌胶质到細胞壁的外面,再行几次接間分裂,新群体就成功了。

生长环境 实球藻的生长所在,和衣藻相同。其发生的季节,多在春季。凡是淡水湖沼都可生长,象北京的北海、昆明的翠湖常常会有。

空球藻属(*Eudorina*)

构造 空球藻成空心球体,細胞排列于周圍。每1群体細胞的数目,有16,32,64枚等数种,而通常以32枚的为多。球外有水液状的胶质层(图4.A)。每1群体之中,其細胞的排列,都有一定,且很整齐。如果群体为32枚細胞,那么,这32枚細胞排成5圈。在球的两端各有1圈,每圈有細胞4枚,中央是3圈,每圈有細胞8枚。**細胞构造** 除群体有公共的胶质层之外,每1枚細胞的外面,又有单独的胶质层。各細胞有原生质絲,互相通連。細胞长圓、圓形或略帶梨形。有杯状叶绿体,及1到几枚淀粉核。2根纤毛,2个收缩泡。游泳时,球的一面常在前,而另一面在后。在球前面的細胞有眼点,在后面的沒有。

繁殖方法 (1)无性繁殖 此藻的无性繁殖,就是用細胞的普通分裂法进行的。群体中任何細胞,都可分裂成1个新球,然后和母球脱离。或先和母球脱离,然后分裂。(2)有性繁殖 此藻多半有异宗现象,就是配子由两个植物体所产生的才能交配。此种现象和高等植物的异株现象相同,因为藻菌和高等植物的植物体有所不同,所以叫做异宗。但配子由同一藻类的植物体所产生的而能交配时,则叫做同宗。空球藻少数种类的配子是同宗的。配子都是异形的,球体最前面的1圈細胞,通常与发生配子无关。但也偶有产生雄配子的。雌配子和普通营养細胞沒有差

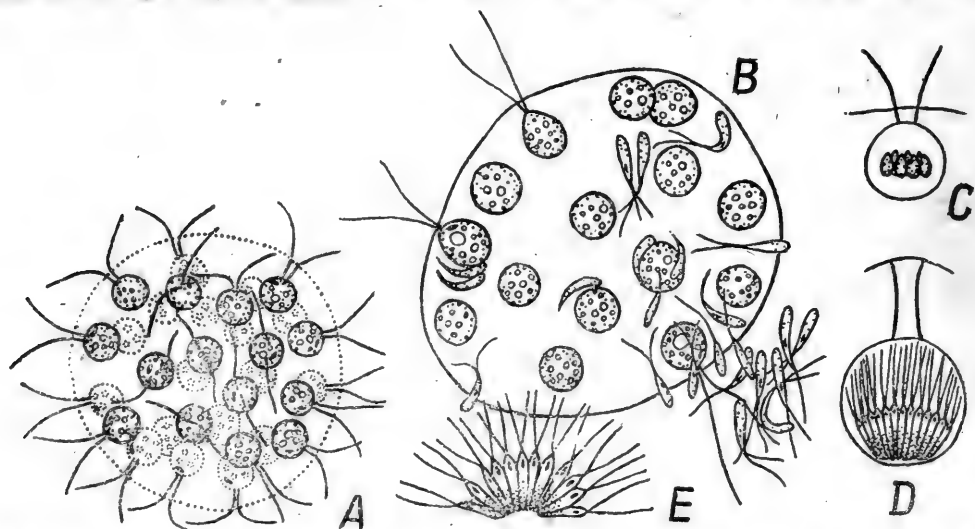


图4. 空球藻: A. 群体略图; B. 有性繁殖; C—E. 雌配子的发生。(A. C. D. 仿 Fritsch, B. E. 仿 Coulter 重繪)

別,都不分裂。雄配子的发生,从普通营养細胞繼續分裂而成(图 4. C—E)。每 1 細胞可分成雄配子 64 枚,最初互相粘連,等游到雌配子附近时,才开始各各分离,穿进胶质层內,和雌配子交配(图 4. B)。接合孢子是光滑的圓球,且色泽深暗,含有色素。萌发时,細胞壁先行膨脹,壁的内膜繼續膨大成囊。整团原生质体发育成为 1 个游动孢子。这个游动孢子,具 2 根絨毛,游泳于水中,經過相当時間之后,自行分裂成 1 个新群体。

生长环境 空球藻生长的季候与环境,和衣藻及实球藻相同。笔者在北京北海、昆明翠湖,曾經采得。

团藻属(*Volvox*)

构造 团藻是 1 个空心球状体。球形、长圓形或卵形。球外有公共胶质层圍繞着。胶质层的里面,有 1 层細胞。每 1 个球体所含細胞从 500 到 1,000(*Volvox aureus*),或 1,500 到 20,000 枚(*V. globator*)之多,每 1 枚細胞又各有单独的胶质层圍繞着。細胞层里面,有稀薄的胶质水液(图

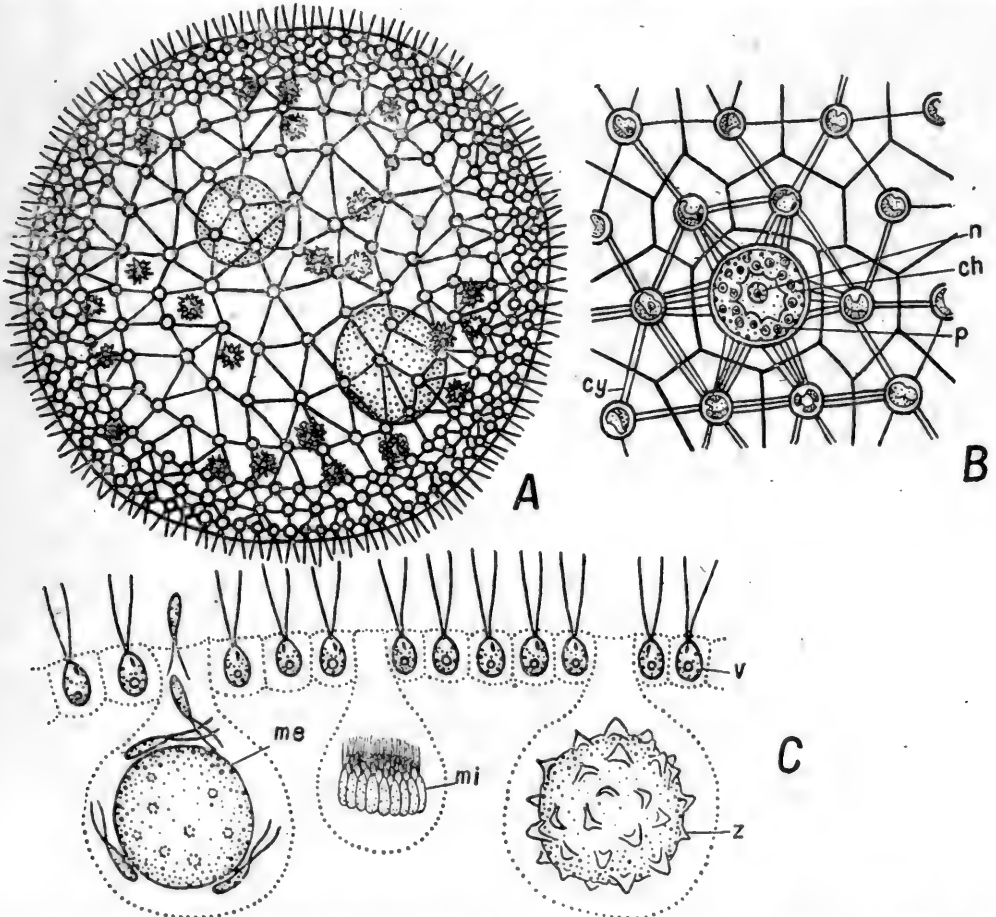


图 5. 团藻: A. 群体; B—C. 群体一部分的放大, 示其构造。ch. 叶绿体; cy. 胞間联絲; me. 雌配子; mi. 雄配子; n. 細胞核; p. 淀粉核; v. 营养細胞; z. 接合子。(A. C. 仿 Smith, B. 仿 Fritsch 重繪)

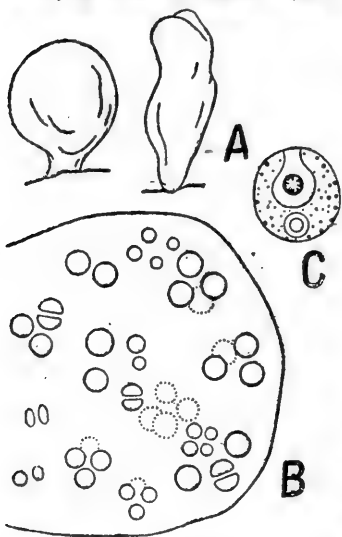
5. A)。 **細胞构造** 細胞象衣藻一样或不同。各有 1 层胶质鞘。各細胞之間，又有胞間联絲，互相通連。細胞中通常有杯状叶綠体 1 枚，其上含淀粉核几个(图 5. B)。

繁殖方法 (1)有性繁殖 雌雄配子产生于同一植物体或者不同的植物体。雌配子的体积比雄配子大 10 多倍，所以有人主張把它叫做大配子，而把体积小雄配子叫做小配子。雌配子发生时，先从普通营养細胞吸收养料，体积增大，而渐向球的中心凸进，終于和其余营养細胞脱离，并在原生质团之外发生 1 层极薄的膜。当雌配子分化时，纤毛渐渐收縮而隱沒，其体积逐渐增大，較普通营养細胞可以大 6—10 倍。其原来生长纤毛的嘴状尖端則成为将来雄配子进口之处。雄配子发育开始的时候，其步骤和雌配子相似。最初也是普通营养細胞，分化时，也是体积加大，纤毛收縮，向母球的中心凸进，而終于脱离母体。分裂时，由 1 枚細胞分为 16, 32, 64 或 128 团原生质体，平列或卷成圓球；其后，每一原生质体成长圓形或长形，一头尖細，生长 2 根纤毛，另外一头圓鈍，体内具 1 枚淡綠色的叶綠体，至此，雄配子的分化完成，便各各分离，而游向雌配子(图 5. C)，雌雄配子交配后，成为接合孢子。接合子橘紅色，发生光滑而具刺突的厚壁。萌发时，原生质分化，成 1 个衣藻状的大型游动孢子。溜出厚壳，游泳于母球之中。从这团原生质体逐渐分裂，便成为 1 个新团藻。新植物仍居母体之内，等母体死亡后，才能出外。(2)无性繁殖 无性繁殖的程序，和有性繁殖相仿佛。由 1 枚营养細胞加大，溜入母球中部，分裂而成 1 新球。

在研究团藻的时候，我們應該注意 团藻的細胞可以分化成好几种不同的式样：

(1)普通营养細胞，(2)无性繁殖細胞，(3)分化成为雌配子的細胞，(4)分化成为雄配子的細胞。

生长环境 通常生于淡水池沼中，也有在雨水留貯和人畜踐踏之处发生的。笔者当抗日战争时，随学校迁居贛南宁都之长胜圩，于春夏之交，在路旁泥坑积水中，采得很多。其他象南京、厦門等这些地区，笔者也都有发现。



四孢藻属(*Tetraspora*)

构造 四孢藻的群体，大小不一。有的肉眼能够看見，且有长达 30 厘米的，小的須用显微鏡才可以看見。此藻生于淡水中，附着或漂浮不定。外形各别，或为圓形，或成袋状，或为不規則的平片等等(图 6. A)。群体之外，有 1 层总膜，膜軟滑象水胶，或者粗糙而成軟胶状。每 1 枚細胞之外，又有 1 层膜圍着，此膜是新細胞发生时，由母細胞的細胞壁溶解而成。 **細胞构造** 細胞圓形，密聚在总膜的周圍。每 2 枚或 4 枚細胞排成 1 組，也有不規則而各各分散的(图 6. B)，每枚細胞有纤毛(有人根据細胞质的凸起和普通纤毛不同，而把它称做假纤毛的) 2 根，凸出总膜之外或者不凸出到外边而仅仅达到胶质膜的表面。叶綠体杯状，1 枚。淀粉核 1 枚。細胞核 1 枚，长在細胞的中央。沒有收縮泡及眼点(图

图 6. 四孢藻: A. 群体的外形; B. 群体的构造; C. 营养細胞。(实物写生，該实物采自江西新建望城崗)

6. C)。

繁殖方法 (1)有性繁殖 每1枚細胞可分裂成2到8个同形配子。配子梨形,在尖端生2根纤毛。眼点1枚,也生在前端。体内有1枚杯状叶绿体。交配时,两配子相遇,自前端开始交接,由两配子的侧边粘合成为一体,就成了接合子。接合子仍旧游泳于水中,经过若干时间,然后静止,分泌厚壳,并继续长大到原来体积的1倍为止。萌发时,先分裂成4或8个静孢子。接合子的壳化成胶质状,来包围和保护孢子。再由各孢子萌发,成为新群体。萌发时,不经过静止孢子而直接发生成新群体的也有。(2)无性繁殖 游动孢子从普通营养细胞纵裂而成。通常每1枚細胞纵裂成2到8块。每1块发生纤毛2根及收缩泡与眼点。此后,从胶质膜中外出游泳于水中,静止后纤毛收缩,并在体外分泌胶质,此后,原生质体不断分裂,便成为1新群体。

生长环境 四孢藻多半生于静止的淡水中。而发生的时候多在春天,南京成贤街北极阁附近溪水中,常有发现。

美里藻属(*Malleochloris*)

构造 单細胞,圓形,有胶质柄,將細胞粘着在他物上,通常附生在剛毛藻上。細胞构造 細胞内有1个杯状的叶绿体,其上有1枚淀粉核。細胞核生在細胞前半部。眼点1枚,生在細胞的前部。細胞的一头有叶绿体,另外一头分泌胶质成1个柄状体,使細胞粘附他物上。体内沒有收缩泡(图7. A)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 母細胞的原生质体,纵裂1或几次,分化成2或4个游动孢子。此孢子与1个衣藻的构造完全相似,惟前者的纤毛較衣藻为多,具有4根(图7. C)。游动孢子游泳若干时后,其前端有纤毛处,附着于他物。收缩泡馬上隱失,同时分泌胶质成柄(图7. H)。(2)有性繁殖 有性繁殖时,产生同形配子8到16枚。配子的构造,和游动孢子相仿佛,惟前端較尖而已。配子交配后,成接合子,此时具纤毛8根,仍能游泳。不久,纤毛消失,即行休息,体外发生1壳,壳面有小突起。萌发如何,尚无报告,还未听说有人研究。

生长环境 生于淡水池沼中。

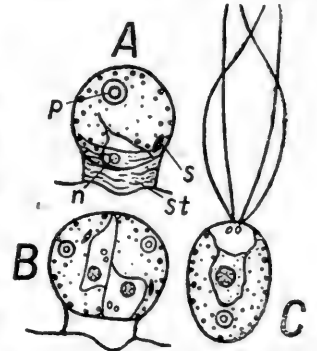


图7. 美里藻: A. 植物体; B. 无性繁殖; C. 游动孢子。n. 細胞核; s. 眼点; st. 胶质柄; p. 淀粉核。
(仿 Fritsch 重繪)

綠枝藻属(*Prasinocladus* = *Chlorodendron*)

构造 植物体是个树状分枝的群体,枝子是个胶质筒,枝梢生有細胞。細胞构造 和衣藻相同,但不具纤毛,且前端的收缩泡无收缩性,生活形态和美里藻略相似,所不同的就是胶质。当綠枝藻向上生长时,新长的胶质柄,可以从柄的末端连接,而向上延长。如果1枚細胞纵分为2枚,那么,胶质柄也纵分成为2枝(图8. A)。細胞不断地向上分裂和生长,胶柄继续分叉,結果其群体就成为1枝状,所以有綠枝藻的名称(图8. B)。而最奇怪的就是:当細胞向上伸长的時候,也有纤毛发生,静止則消失。

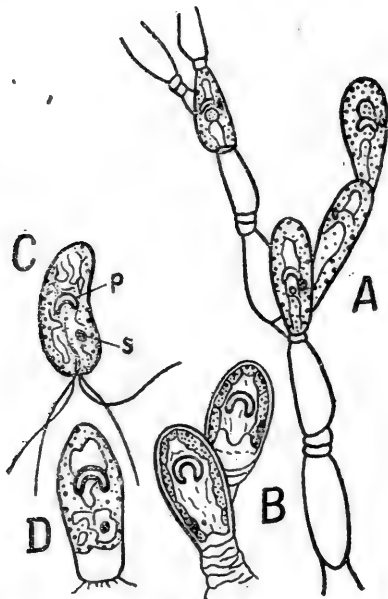


图 8. A. 綠枝藻; B. 胶质柄的分叉; C. 游动孢子; D. 游动孢子的萌发。p. 淀粉核; s. 眼点。(仿 Fritsch 重繪)

繁殖方法 (1)无性繁殖 每1枚細胞都可以产生游动孢子1枚, 游动孢子具4根纤毛(图 8. C), 其构造和衣藻相同。孢子成熟, 老細胞壁溶化, 孢子即出外, 游泳于水中。游泳若干时之后, 孢子的前端粘着他物, 此时, 纤毛收缩或脱落, 并分泌胶质膜(图 8. D)。(2)有性繁殖 尚未发现。

綠球藻目(CHLOROCOCCALES)

本目特征 这1目藻类几乎完全生活在淡水中, 植物体是单細胞或成群体, 群体常为多数集合生长的細胞外壁分泌胶质連合而成, 或由1細胞产生的各游动孢子組合而成。其营养細胞都不能游动。細胞中有細胞核1枚或多枚。叶绿体杯状, 含1枚淀粉核, 或不作杯状而侧生, 也有的成条状及盘状。繁殖时, 产生游动孢子或静孢子(图 9. A)。

游动孢子通常有2根纤毛, 卵形到梨形, 由母体内成群泄出, 且常有薄膜包围和保护着。

綠球藻属(*Chlorococcum*)

构造 綠球藻的植物体是单細胞的, 幼嫩細胞的构造和衣藻略相似, 但无眼点、收缩泡及纤毛。其叶绿体生于細胞的一边, 有淀粉核及細胞核各1枚。細胞逐漸成长, 叶绿体也漸大, 漸漸

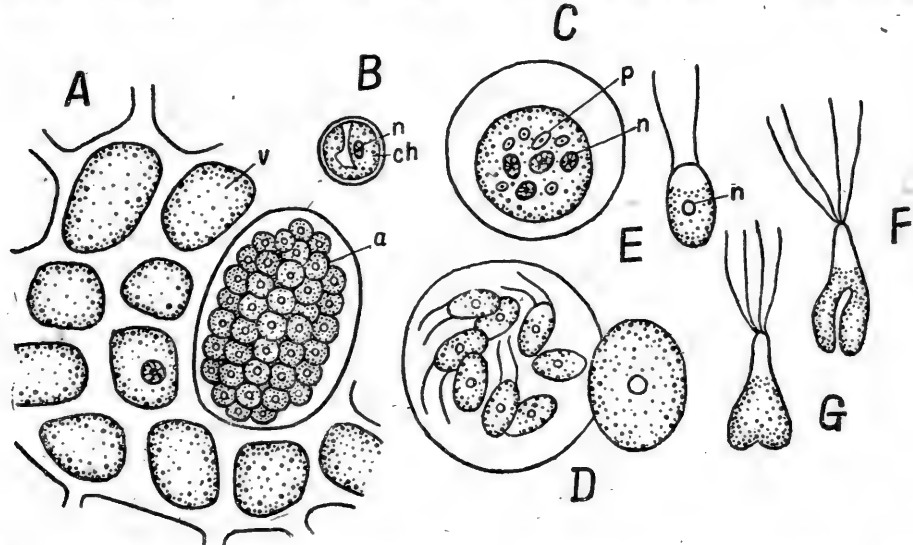


图 9. A. 綠球藻; B. 幼营养細胞; C. 老营养細胞; D. 孢子囊; E. 游动孢子; F. G. 有性繁殖; F. 侧交; G. 接合孢子。a. 无性孢子; ch. 叶绿体; n. 細胞核; p. 淀粉核。(仿 Fritsch 重繪)

充滿全細胞。淀粉核及細胞核也由1枚各自分裂成4、5枚(圖9. B—C)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 這屬藻類无性繁殖的方法, 不止1種, 現在分述如下: (a)每1枚母細胞, 分裂成2到8個游動孢子。游動孢子卵形或長圓形, 有2根絨毛(圖9. E)。自母體外出, 游泳水中, 不久休眠, 發生細胞壁, 便成為1個新植物體。 (b)母體的原生質體分裂多次, 成為多數小塊。每1小塊發生1壁, 成1個孢子, 叫做靜孢子。由此可以直接長成1新植物, 或游動孢子(圖9. D)。 (2)有性繁殖 由大小不同的异形配子(異形配子)側面交配成為接合子(圖9. F, G)。由接合子分裂, 直接成為新植物。

生長環境 通常生長在陰濕的磚石上。北京很多, 其他地區也有。

綠點藻屬(*Chlorochytrium*)

構造 植物體无固定的構造, 全體是1團原生質, 有1個放射分叉的葉綠體、淀粉核多枚及1枚細胞核而已(圖10. A)。全體生長在水藻及浮萍細胞之內, 象寄生的一樣。但能自行製造食物, 行獨立生活。

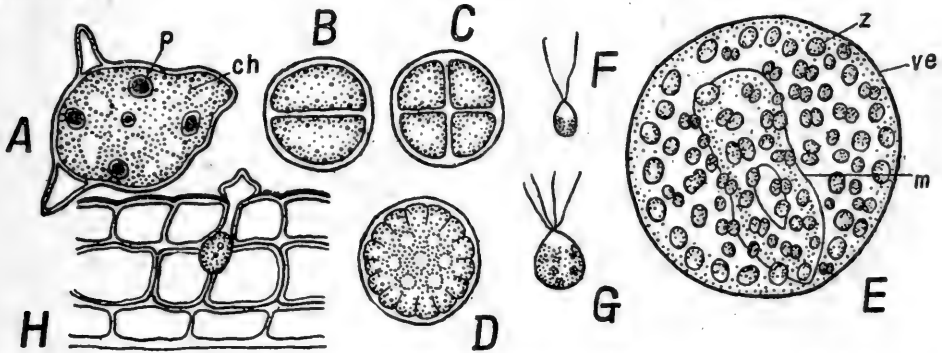


圖10. 綠點藻: A. 植物體; B—D. 无性繁殖; E. 配子成熟時破母體而出; F. 配子; G. 接合孢子; H. 萍組織及藻。ch. 葉綠體; m. 休眠細胞的膜; p. 淀粉核; ve. 配子膠囊; z. 配子。(仿 Fritsch 重繪)

繁殖方法 (1)无性繁殖 產生游動孢子(圖10. B—D)。孢子出外, 游泳于水中, 休息于浮萍上, 分泌細胞壁, 由細胞壁延長成1小管, 經浮萍的氣孔或2枚細胞的間隙, 穿入細胞間的空隙中(圖10. H)。小管的末端膨大, 並且分叉, 就成了新植物。 (2)有性繁殖 此分叉的細胞, 逐漸分泌物質, 增厚其細胞壁。到次年春季, 原生殖體分裂成256個小塊。每個小塊分化成同形配子1枚。配子卵圓形, 有絨毛2根, 生于尖端(圖10. F)。當配子成熟時, 母體及“寄主”的細胞壁被擠而破裂(圖10. E)。配子的外面, 有個膠質囊包裹着。配子在膠囊中交配。接合子有1根絨毛(圖10. G)。成熟時, 破膠囊而出, 游泳水中。遇“寄主”後, 便附着其上, 發生小管, 穿入寄主的組織中。

盤星藻屬(*Pediastrum*)

構造 這種藻完全漂浮水中, 全體是多細胞的, 每1個群體的細胞的數目是2或4以至128枚。細胞數目的多少, 依種類而定。各細胞組成1單層的扁平體。細胞排列極為整齊, 成規則的

图案式(图 11. A—E)。 **細胞构造** 每 1 枚細胞中, 含 1 枚側生的盘状叶綠体。在幼細胞中, 有細胞核及淀粉核各 1 枚。細胞漸老, 細胞核及淀粉核逐漸分裂, 各分成 2 到 8 个。細胞常常生刺, 刺是胶质的。在边缘的細胞, 刺向周圍而生, 在中部的, 刺向上生。

繁殖方法 (1)无性繁殖 (a)产生游动孢子。游动孢子有纤毛 2 根(图 11. G)。群体中每 1 枚細胞均能产生游动孢子。产生游动孢子的細胞, 其形态虽与普通細胞沒有差别, 但也叫做游动孢子囊。每 1 个游动孢子囊所产生的游动孢子的数目, 与其母体細胞的数目必定相等。当孢子囊发育游动孢子的时候, 細胞外部的纖維素层, 与內部的細胞膜互相分离, 便成为 1 柔軟的囊, 囊中有游动孢子。不久, 孢子囊外层表面开裂, 成 1 小縫。此装滿游动孢子的軟囊, 就从这个小縫額脫而出母体之外(图 11. F)。孢子停止游泳时, 互相集合, 并各分泌 1 細胞壁, 即成为 1 新群

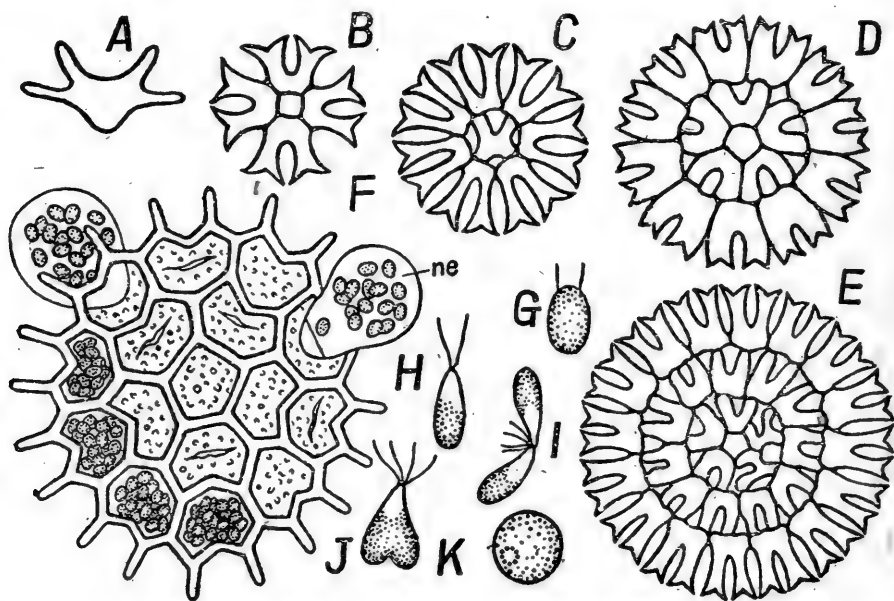


图 11. A—E. 各式盘藻; F. 无性繁殖; G. 游动孢子; H—K. 有性繁殖; H. 配子; I. 交配; K. 接合孢子。ne. 游动孢子囊。(A—E. 仿 Fritsch 重繪, F—K. 仿 Coulter 重繪)

体。此新植物各細胞的排列, 和其母体毫无差异。游动孢子的数目, 通常必相等其母体細胞的数目。偶然也有不同的, 是生理的情况改变所致。(b)游动孢子囊有的直接产生游动孢子, 或产生 1 或 2 个厚壁休眠孢子。这种孢子的抵抗力极为强大, 据说虽干到 12 年之久, 仍能萌发。(2)有性繁殖 此藻的有性繁殖很别致。除水网而外, 几不多見, 現在申述如下: 营养細胞产生配子的, 叫做配子囊。盘星藻的配子具纤毛 2 根(图 11. H)。成熟后, 游出母体之外, 互相交配(图 11. I—J), 成为接合子。接合子先具薄壁(图 11. K), 此时, 細胞核染色体的数目是 $2N$, 就是孢子体。接合子并不休眠, 就行减数分裂, 成为体形較大且具有纤毛 2 根的游动孢子 4 个。游泳停止后, 发育 1 枚不規則的多角細胞, 这枚細胞渡过不良环境之后, 再按前面講的无性繁殖的游动孢子发育所经历的那些步骤, 发育普通的游动孢子, 即成为新植物体。

生长环境 淡水池塘内, 夹杂在其他水生植物当中。我国南北各地都有发现。

水網屬(*Hydrodictyon*)

构造 水網是綠藻中較大的植物，有長到數十厘米的。全體成1網狀的長筒。網眼普通是

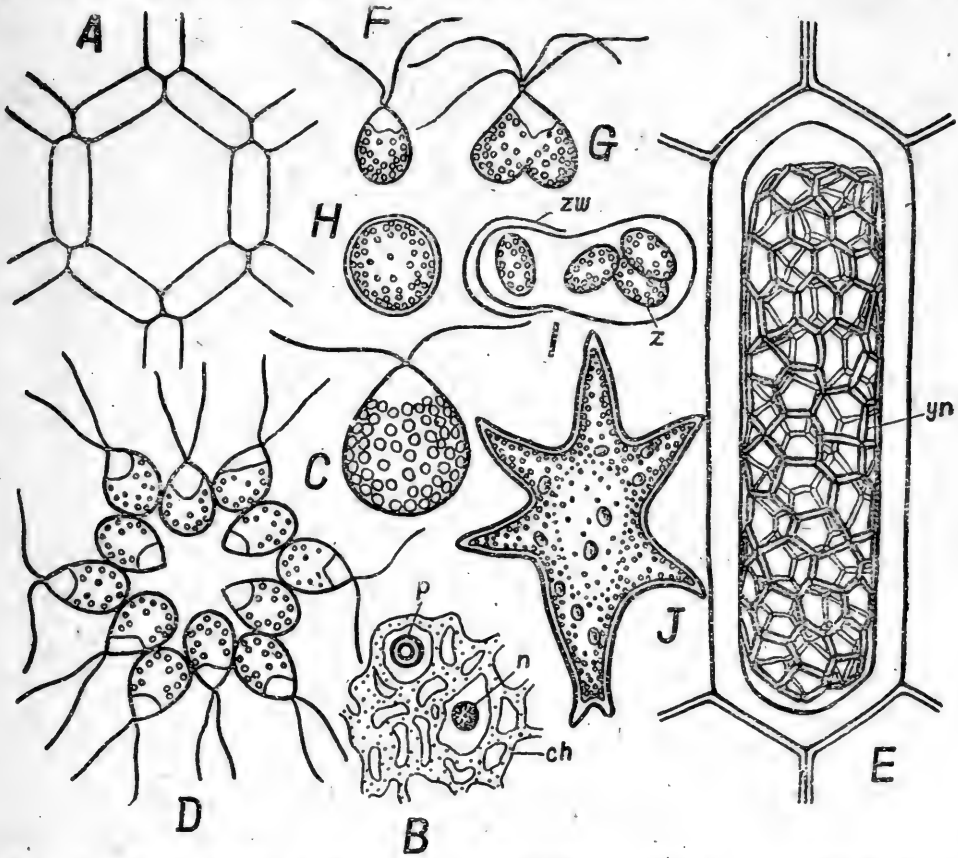


图 12. 水網: A. 網孔的构造; B. 細胞的构造; C—E. 无性繁殖; C. 游动孢子; D—E. 游动孢子組成新網; F—I. 有性繁殖; F. 配子; G. 交配; H. 接合子; I. 萌发; J. 多角細胞。ch. 叶綠体; n. 核; p. 淀粉核; yn. 幼網; z. 游动孢子; zw. 接合子外壳。(A. C—J. 仿 Coulter, B. 仿 Fritsch 重繪)

5 枚細胞合成的五角形，或 6 枚細胞組成的六角形，也有成四角形的(图 12. A)。全體漂浮水面。

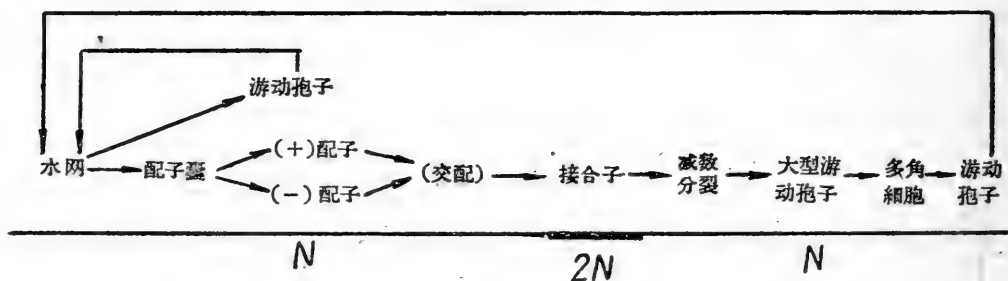
細胞构造 細胞長筒形，幼時有側生的叶綠体 1 枚，細胞核及淀粉核各 1 枚。細胞成熟后，中部發生 1 个大液泡。其四周圍繞无数細胞核及淀粉核。叶綠体也分裂成无数小块(图 12. B)。

繁殖方法 (1) 无性繁殖 任何营养細胞都可以成为游动孢子囊，产生游动孢子。游动孢子发育时，細胞中的細胞質先起龟裂，結果分成无数极小的块。每块中含有細胞核及淀粉核各 1 枚，不久就成 1 个游动孢子。每 1 个游动孢子囊中所产生游动孢子的数量，約有 7,000 到 30,000 枚，游动孢子卵形，有纤毛 2 根生在尖端。体内有細胞核、叶綠体及淀粉核各 1 枚(图 12. C)。各游动孢子就在游动孢子囊中游泳，并不外出。静止时，每 3 个孢子合成 1 組，并各分泌細胞壁，由各組相合，成为網形。新網長大，脹破母体，就成了 1 个新的群体(图 12. D—E)。(2) 有性繁殖 产生配子的細胞，称做配子囊。水網配子囊及游动孢子囊的外形，与普通营养細胞并无区别。配

子发育的程序,和游动孢子完全相同,不过,配子的数量較游动孢子为多(30,000到100,000),而形体較小。配子也具有2根纤毛,无大、小的区别,是同形的。配子游泳于配子囊内,不久細胞壁自开1小孔,配子由此游出于母体之外。同一母体的配子,也能交配。交配时,側交或头对头交合都可。交配后,最初是具4根纤毛、形状和游动孢子相似的个体(图12. F. G)。不久,停止游泳,发生薄壁,即成为1圆形細胞,就是接合孢子,或簡称合子。接合子漸形膨大,且滿貯油質。不久,行减数分裂,成为大型的游动孢子4枚(图12. H, I)。游泳孢子游泳不久,分泌1不規則而多角的厚壁,便成为1多角細胞(也称角棘藻 *Tetraëdron* 时期)(图12. J)。水网过冬,多半在此时期。到了次春天气和暖时,多角細胞以和盘星藻相同的步骤,萌发成1柔囊。囊中有游动孢子50到100多。游泳停止后,各3枚細胞組成1新网。

生长环境 春夏发生在淡水池沼或水稻田中,此藻极为普通,在我国南北各地都常見。

水网生活史图表



栅列藻属(*Scenedesmus*)

构造 植物体是几枚細胞側排而成的群体。各細胞排列整齐,成单行和双行的排列。如果是4枚細胞所构成的,則成单行(图13. A)。是8枚細胞的,則多数成双行。也有多到16或32枚細胞的,但很不多見。 **細胞构造** 細胞有胶质刺或沒有,通常呈紡錘形或长圓形,也有成圓形和三角形的。細胞中有带状的叶綠体、細胞核及淀粉核各1枚。細胞老时,叶綠体充滿全細胞中。

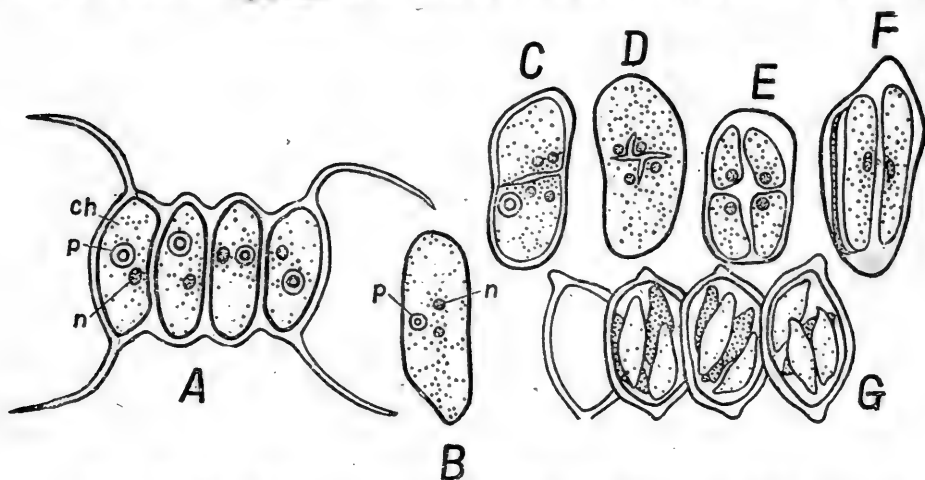


图13. 栅列藻: A. 群体; B—G. 无性繁殖。ch. 叶綠体; n. 細胞核; p. 淀粉核。(仿 Fritsch 重繪)

繁殖方法 栅列藻的繁殖方法很简单,至今发现的,仅仅无性繁殖法而已。繁殖的时候細胞核由1分为2,2分为4。細胞质同时裂成4块。每块中含1枚細胞核(图13. B—G)。每若干块排列成1排。各块发生1細胞壁,就成1个新群体。淀粉核当分裂时,逐渐消失,新群体組成后,各細胞再发生新淀粉核1枚。

生长环境 生长于淡水池沼中,我国各地都有发现。现在发现它含有丰富的蛋白质和其他养料,可以作为人的食粮及畜类的饲料,因此正在研究它的培养和利用。

絲藻目(ULOTRICHALES)

本目特征 植物体綫状,分枝或不分枝,或成多細胞的片状体。叶綠体帶形或成盘状。細胞有大小之別,小細胞中叶綠体側生或丛生,大細胞中有細胞核多枚,配子通常是同形的,但也有异形的。配子有2或4根纤毛,游动孢子也有2或4根纤毛。

絲藻属(*Ulothrix*)

构造 絲藻是不分枝的絲状体,体有分化。基部細胞分化成为附着細胞,基部以上的是一些营养細胞(图14. A)。細胞构造附着細胞中无叶綠体,有1枚細胞核,这种細胞通常是1枚单独細胞,很少横分成2枚的^①。营养細胞短筒形。叶綠体1枚,帶形,自卷成筒,套于細胞内部中段。叶綠体所成的筒,成整筒或不完全,有的很象女子所带的手釧而留1口縫,其上有3—5个淀粉核。細胞中有1枚細胞核,居在細胞中部,因常被叶綠体掩蔽,而与淀粉核相混,不易分辨。如果将新鮮材料染以碘质,則淀粉核全部变黑,細胞核立即显露出来。

繁殖方法 (1)无性繁殖 除附着細胞之外,营养細胞都能产生游动孢子。每1个孢子囊中,产生孢子数量是2,4,8,16或32枚(图14. B)。游动孢子具4根纤毛,全体卵形,而两端尖細与梭形相同(图14. C下

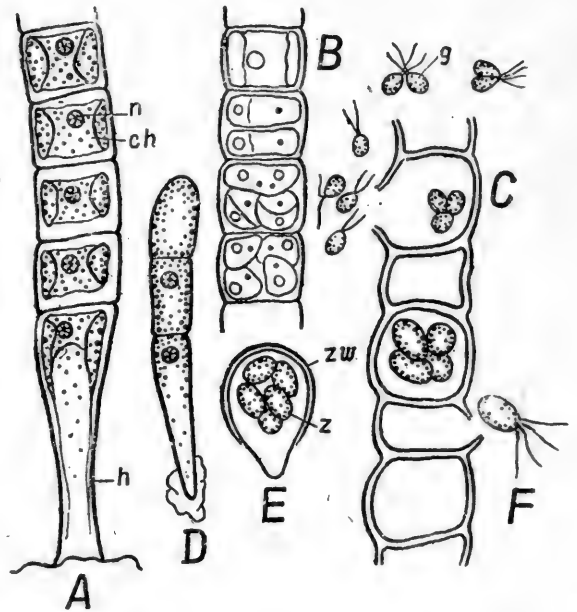


图14. 絲藻: A. 营养体的一部分,示附着細胞及营养細胞; B. 无性繁殖; C. 有性繁殖; D. 游动孢子萌发; E. 合子萌发; F. 游动孢子。ch. 叶綠体; g. 配子; h. 附着細胞; n. 細胞核; z. 游动孢子; zw. 接合子壳。(A. C—F. 仿 Coulter, B. 仿 Frtisch 重繪)

① 笔者于1931年在芝加哥实验室中曾发现有横分的。

端)(史密斯認為游動孢子僅生絨毛2根),有眼點。成熟後囊壁破裂,游出母體之外。游泳停止後,基部向四周擴展以附着他物。前端延長,細胞分裂成2枚。1枚居前端,1枚居後端,中生橫壁。在前端的是營養細胞,後端的是附着細胞,這樣就成為1個新植物,營養細胞繼續橫斷分裂,便成為1條綫體。如果游動孢子繼續分裂不停,則結果成為配子。游動孢子也有先行休眠,成為休眠孢子,然後再行活動的。環帶絲藻(*Ulothrix zonata*)發生小型及大型兩種游動孢子。大型的具4根絨毛,小型的形態比較小而尖狹,具2或4根絨毛(史密斯認為大、小孢子都生2根絨毛),大小孢子的萌發情形相同,但小的所發育的綫體較為細小,且萌發時水的溫度須在 10°C 以下。

(2)有性繁殖 配子發育的程序,和游動孢子相同,不過原生質體分裂的次數較多而已。每1配子囊所產生配子的數量,通常是16,32或64枚。配子同形,和孢子相似,但較小,且略圓。配子遇異體植物所發育的配子才能交配。接合子初是紡錘形,1端有4根絨毛(圖14.C上端)。不久即行靜止,此時變成球形,且分泌厚殼。萌發時,先行減數分裂,產生游動孢子4到14枚(圖14.D,E,F)。

生長環境 通常生長在較冷的流動淡水中,也有生在潮濕土地、瀑布近旁或水花濺洒的石壁上。或者偶然在靜水溝渠中也有生長。極少數的生於海水中。

注意 從絲藻的繁殖方法可以証明,配子的發生實在是導源于游動孢子。

微孢藻屬(*Microspora*)

構造 全體成不分枝的綫體,老的漂浮於水中。**細胞構造** 長筒形,細胞壁或厚或薄,是纖維素所構成的。有的細胞壁象H形,且有內、外薄膜2層,圍在細胞壁之外。葉綠體生在細胞壁內的四側,厚薄不均,近似網狀。甚至有成為疏松相連的闊條。無淀粉核,而有淀粉質小粒。細胞核1枚,大而顯明,居于細胞中央。常有帶狀的細胞質,左右通連,并穿過細胞中央的液泡(圖15.A)。

繁殖方法 (1)無性繁殖 無性繁殖時,產生游動孢子。游動孢子通常具絨毛2根,很少的有4根(*M. Willeana*)。每1個孢子囊中,產生游動孢子的數量,各人所說不同。據費理虛[Fritsch a 1945]報告,是1或2枚。而史密斯[Smith a 1933]則說是1到16枚。游動孢子卵形,無膜,前端透明。成熟時,孢子囊壁自行溶解,或從2個H連接處脫離,孢子便游出母體之外(圖15.B,C)。游泳停止後,發生薄壁,由1枚細胞向上分裂,成2枚細胞。在下的,成為附着細胞。在上的,成為營養細胞。由此不停地橫斷分裂,便成為1新植物。此藻成長後,其附着細胞通常消失,全體就漂浮不定。營養細胞也有發

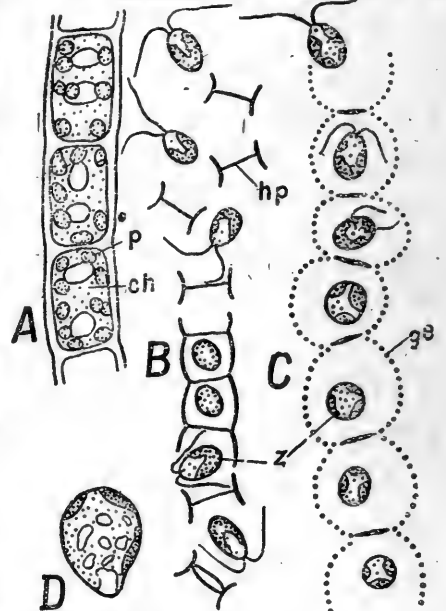


圖15. 微孢藻: A. 部分的營養體; B—C. 無性繁殖; D. 無性孢子。ch. 葉綠體; p. 淀粉核; ge. 溶解的子囊壁; hp. H形的子囊壁; z. 游動孢子。(仿 Fritsch)

生厚垣或靜止的休眠孢子的,休眠孢子的原生質体,通常4裂,結果直接发育新綫体4条,也有产生无性孢子的(图 15. D)。(2)有性繁殖 在各种微孢藻中,有性繁殖并不多見,但也有发生的,則是梨形或长形具2根絨毛的配子。每配子囊中所产生配子的数量是2到16枚。配子交配,虽有发现,但接合子的萌发,还无报告可以証实。

生长环境 微孢藻都在早春时,发生在淡水池沼中。

潛苔属(*Enteromorpha*)

构造 全体分上、下2部,下部根状,可以称做假根。上部是細筒形的綫状体。綫条的中部是空筒,周围有单細胞1层(图 16. A)。植物体长成时,因基部脫离,也可漂浮水中。 細胞构造 細胞中有細胞核1枚,在細胞的上半部。下半部有1枚側生的叶綠体。叶綠体的邊緣分裂,其上有1枚淀粉核。

繁殖方法 (1)无性繁殖 (a)植物体自基部发育新枝,新枝与母体分离后,就另成新体。(b)营养細胞的原生質体,分化成为游动孢子。每孢子囊中产生游动孢子的数量是4,8或16枚。游动孢子卵形,前端略尖,有4根絨毛,眼点1枚,在体的下半部,另有1枚淀粉核,1枚細胞核,居于孢子中央。游动孢子休眠后,分泌細胞壁。此时先行延长,然后横断成2枚細胞。在上面的繼續分裂,成为营养的植物体。下部細胞分裂,成为称做假根的附着細胞。(c)由假根也可发育新枝,成为新植物。(2)有性繁殖 雌、雄配子有的是从不同的枝条所发育的。发育雄配子的枝条是橙黄色的。发育雌配子的,是黃綠色的。雌、雄配子囊中,各产生配子8枚。雌配子和游动孢子相似,但較小(图 16. B)。配子成熟时,配子囊壁裂开小縫,配子就出外游泳。雌、雄配子相遇,側面配合,成4根絨毛的接合孢子(图 16. C—E)。不久,发生細胞壁。不經減数分裂,而直接发育1新植物(图 16. F—H),此植物是孢子体。此藻外表虽无分別,但其植物体实际上分为孢子体和配子体2种。因为孢子体植物产生游动孢子,而游动孢子发育时,其原生質体从(2N)的染色体,經減数分裂成为(N)的染色体。这些(N)游动孢子所发育的植物体是配子植物体。配子体植物发生配子,再由配子交配,而发生(2N)染色体的孢子植物体。

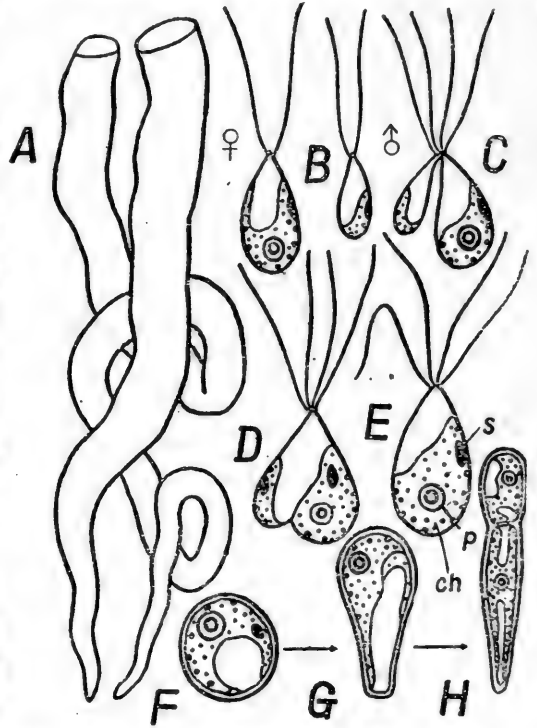


图 16. 潛苔: A. 部分的植物体; B. 雌配子及雄配子; C. D. 交配; E. 接合子; F—H. 合子萌发; H. 孢苗。
ch. 叶綠体; p. 淀粉核; s. 眼点。(仿 Fritsch 重繪)

生长环境 生长在海水、盐湖或盐泉中。在山东、浙江、福建等省沿海地区,象厦門等处,春夏

之交,生长繁茂,人民用作蔬菜。

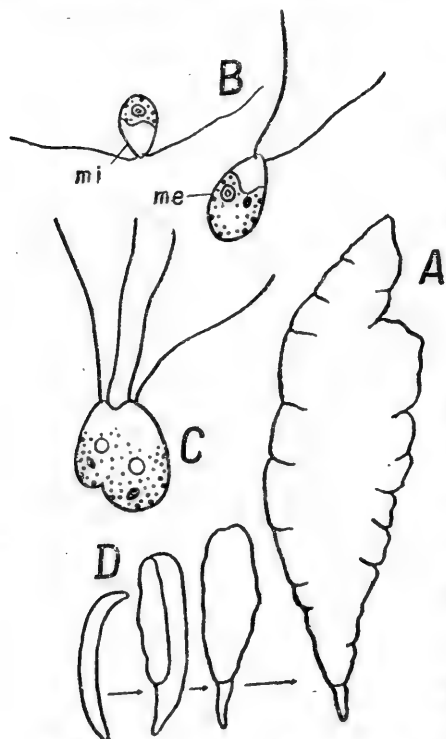


图 17. 礁膜: A. 外形; B. 配子; C. 交配;
D—A. 合子萌发。me. 雌配子; mi. 雄配子。
(仿 Fritsch)

礁膜属(*Monostroma*)

构造 幼小的礁膜和浒苔相似。其植物体分假根及管状的营养部分。成长时,自上而下,自行飘裂,成为叶状的薄片(图 17. A)。全体除基部而外,其厚度都是 1 层细胞。**细胞构造** 有细胞核 1 枚,叶绿体侧生,围绕细胞的大部分。

繁殖方法 (1)无性繁殖 每 1 个游动孢子囊,产生游动孢子 4 到 8 枚。孢子卵形,有 4 根纤毛,有眼点、细胞核、叶绿体及淀粉核各 1 枚。叶绿体在孢子的下半部孢子成熟时,孢子囊壁开 1 小孔,孢子由此出外,游泳水中。(2)有性繁殖 配子同形,而体积的大小微有不同(图 17. B),和游动孢子相仿佛而较小,有纤毛 2 根。异体植物所产的配子相遇而交配(图 17. C),成为薄膜的接合孢子。不久,原生质体脱落而出,另外自行发生 1 厚壁的休眠孢子,且同时增大其体积。萌发时,先分裂成为 8 枚细胞的 1 根空心长管,或先成 1 团乱细胞,然后发育 1 新植物(图 17. D)。

生长环境 此藻也可食用,通常生于带有盐质水中,也偶有生于海水及淡水中的。厦门一带海中有此藻。

石莼属(*Ulva*)

构造 全体分为 3 部分,最上是叶状的薄片(图 18. A),普通是双层细胞。下部分是短杆形的干。基部是底盘和从底盘向外发生的假根。假根乱出,常常穿入叶部夹层的中間。假根通常无横隔壁,是多细胞核的构造(图 18. B)。**细胞构造** 除假根之外,通常每 1 枚细胞,具有细胞核、叶绿体及淀粉核各 1 枚。普通叶绿体占据细胞的大部分(图 18. C)。在青岛采集的石莼,其叶绿体侧生于细胞一旁,形态很象新月。

繁殖方法 (1)无性繁殖 石莼有 3 种不同的无性繁殖: (a)由假根发芽,分化成为

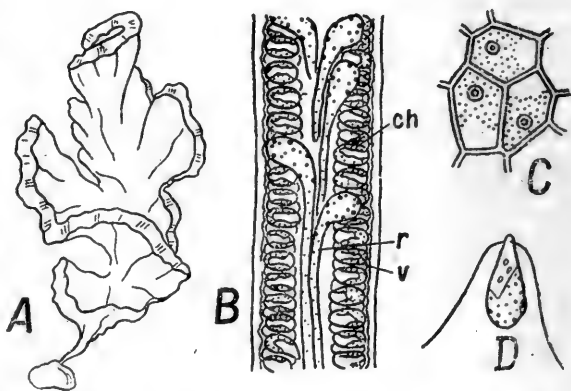
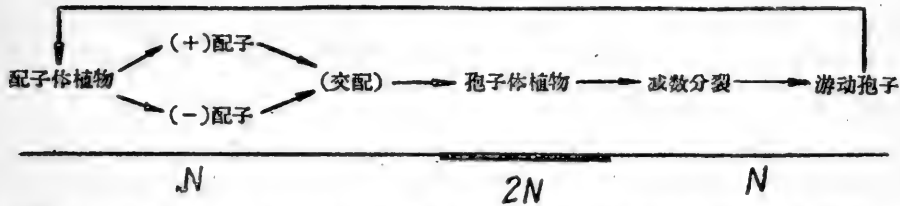


图 18. 石莼: A. 植物体的外形; B. 叶片体的切面,表示中部的假根及旁边的栅栏状细胞; C. 细胞构造; D. 游动孢子。ch. 叶绿体; r. 假根; v. 栅栏状细胞。(C. 临青岛标本, A. B. D. 仿 Fritsch)

新植物。(b)配子不經交配,直接发育新植物。(c)从游动孢子发育新植物。游动孢子梨形,前端有4根纤毛,生于頂端及其近旁。全体的下半部分有濃厚的細胞質。有叶绿体及眼点各1枚(图18. D)。游动孢子囊先从叶片的邊緣細胞发生,而漸及中央。(2)有性繁殖 配子的形状略似游动孢子,下圓而上尖长。上端的兩側各生有1根纤毛。眼点凸出,生于細胞基部之旁。配子无

石莖生活史图表



大、小的分别,是同形的。交配是侧面交配。先成4根纤毛,形状象游动孢子的細胞。不久变圓,纤毛收缩,成了接合子。萌发时,接合子不經減数分裂,而直接发育1个孢子体(2N)的新植物。石莖植物体的外表,虽无不同,实则有孢子植物体(2N)和配子植物体(N)的分别。其孢子植物体产生游动孢子,由此发育配子体植物。配子由配子体植物产生,配子交配后,直接发育孢子体的新植物。

生长环境 此藻生长在海水里,附着岩石上,我国沿海各省从山东直到广东,象青島、烟台、定海、厦門、香港都有产生。厦門人民用作猪的飼料。它生长的季节是限于春、夏之交,到了夏、秋就少見了。

环藻属(*Sphaeroplea*)

构造 此藻的植物体成管状綫体,漂浮不定。全体生横隔的壁,把1条綫形的管状体横断成多节。横隔壁的中央有时有孔,細胞質可以由此通过。**細胞构造** 細胞长筒形,叶绿体多个,每个成1环形。每个叶绿体之上,有淀粉核多枚。每1环形的叶绿体内,有1,2枚細胞核。因此,每节中含多枚細胞核。如果认为1节是1枚单独的細胞,那么,此藻有多核现象(图19. A)。

繁殖方法 环藻至今所发现的,仅仅有性繁殖,而沒有无性繁殖,現在叙述如下: 此藻是大、小配子异宗的植物,且是异形配子。

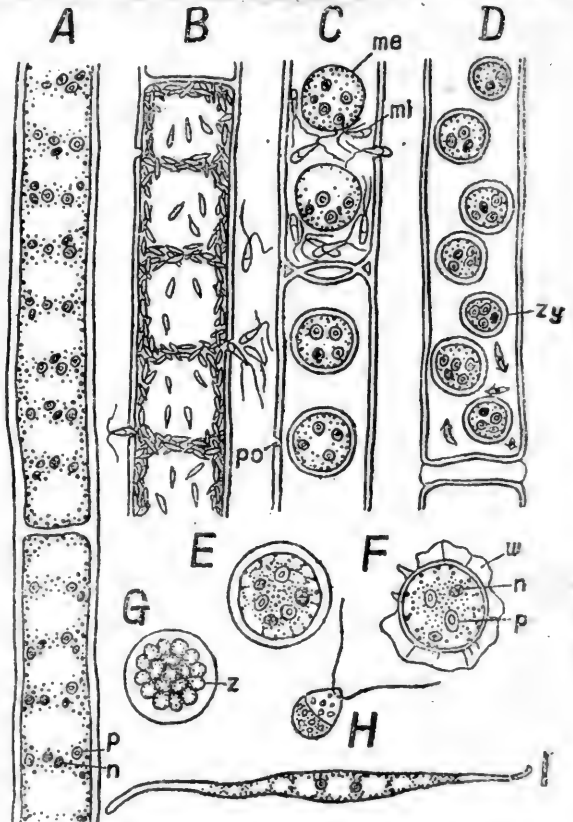


图19. 环藻: A. 植物体的一段; B. 雄配子植物; C. D. 雌配子植物; E—F. 接合子; G. 合子萌发; H. 游动孢子; I. 孢子萌发成孢囊。me. 雌配子; mi. 雄配子; n. 細胞核; p. 淀粉核; po. 孢子囊孔; w. 合子壳; z. 游动孢子; zy. 合子。(A. 仿 Fritsch, B—I. 仿 Coulter 重繪)

雌配子圓形，不能游動。發育時，1 節細胞中的細胞質，分化成為多個雌配子，每個有 1 枚細胞核，雌配子的組成，並不經過減數分裂。雌配子成熟時，雌配子囊壁開 1 小孔，以等待雄配子進入。雄配子發育的步驟和雌配子相似，僅僅形狀不同而已。雄配子極為纖小，前端尖細，而後端稍圓，全體尖狹，前端有 2 根纖毛。成熟後，雄配子囊壁，也開 1 孔，配子由此外出，游泳到雌配子囊，入內，與雌配子交配(圖 19. B—D)。接合子的壁起初很薄，且極光滑。久之加厚，呈紅褐色(圖 19. E, F)。萌發時，經減數分裂，而產生具有 2 根纖毛的梨形游動孢子 4 或多枚。游泳停止後，向兩端延長(圖 19. G—I)。不久，中部橫生 1 壁，便成為兩節，由此不斷延長及分隔，就成了 1 個新植物。環藻也有雌、雄配子同體的。

生長環境 生于淡水池沼中，或週期性的水浸地區。南京北極閣山下附近溪渠中，曾有發現。

剛毛藻目(Cladophorales)

本目特征 這 1 目植物的植物體是分枝或不分枝的綫體。細胞筒形，有細胞核 2 到多枚。葉綠體形狀複雜。配子通常同形，具 2 根纖毛。游動孢子通常具 4 根纖毛。產生于淡水及海水中。

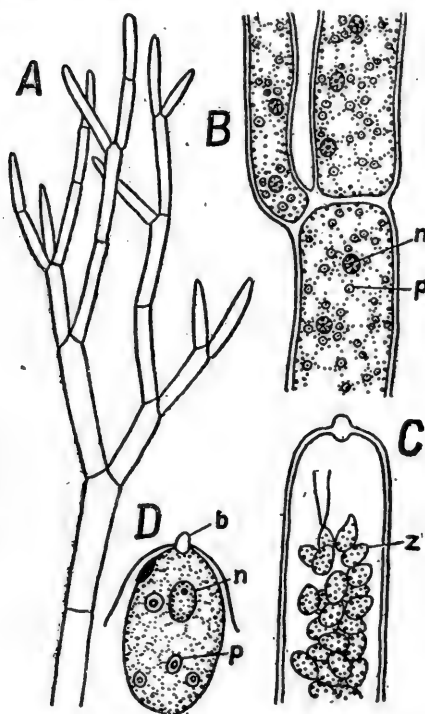


圖 20. 剛毛藻: A. 植物體的一部分，表示分枝的狀態; B. 細胞的一部分放大; C. 游動孢子囊; D. 配子。b. 尖嘴; n. 細胞核; p. 淀粉核; z. 游動孢子。(A. 臨采自望城崗的實物，余臨 Coulter)

剛毛藻屬(*Cladophora*)

構造 剛毛藻又稱為鹽藻，植物體成綫形，分枝很多(圖 20. A)。分枝之處，每在細胞的上半部分。有附着細胞及假根，假根又常常分枝。生長在較寒冷地方的剛毛藻(如北京等地)，當嚴冬時，其營養部分枯死，而假根留居土中，次春新枝常由此而發生。**細胞構造** 細胞長筒形，細胞壁通常有內、中、外 3 層。有人說它的外層是几丁素，中層是纖維素，而內層是胶质。幼植物的細胞中，有 1 枚網狀的葉綠體。細胞漸老，葉綠體隨之而破裂，成多個盤形的。每個含有 1 枚淀粉核，或不含淀粉核(圖 20. B)。當葉綠體分裂時，細胞核也隨之分裂，成為多個，混居在葉綠體之間。細胞的生長，限于頂端細胞。

繁殖方法 (1) 無性繁殖 剛毛藻的無性繁殖，有幾種不同的方法: (a) 假根發育成薄壁組織狀的平展體，由此可以發育新植物。(b) 假根也可發育分叉的短枝，枝內滿貯食料，外壁分泌石灰質包圍和保護着，由此也可以發生新枝。(c) 枝端的細胞，發育成為梨形厚垣孢子。(d) 發育游動孢子。游動孢子梨形，前端生纖毛 4 根或 2 根。如果是 2 根的，則又有長短相等或不等的分別。細胞前

端有1枚鏡形眼點。細胞核也在細胞的前半部。後半部則有幾枚葉綠體及淀粉核。游動孢子發育之初，其小枝的末節分化成為游動孢子囊(圖 20. C)。囊中，細胞核分裂特盛。細胞質分為無數小塊，每1枚細胞核及淀粉核，漸被細胞質所包圍，成為1小團，就分化成1個游動孢子。游動孢子萌發時，先分化成2枚細胞。1枚向上生長，成營養枝干。

另1枚橫行生長，成為附着部分及假根。(2)有性繁殖 由配子囊中，產生同形配子。配子長圓形，前端有喙狀凸起。2根纖毛，生於凸起之旁。眼點1枚，細胞核1枚及淀粉核幾枚(圖 20. D)。配子接合後，不經減數分裂而直接發育1棵新植物。

世代交替 剛毛藻植物體的外表雖無差別，而實則分為孢子體和配子體兩種。其孢子體($2N$)發生游動孢子時，先行減數分裂。由孢子所發育的配子植物體(N)，又有正(+)負(-)之別。正(+)植物體產生的配子，必須遇着負(-)植物體的配子才能交配。所以配子的外形雖同，而其性質有區別，且有異宗交配的現象。現在將其生活史列表如后：

生長環境 剛毛藻產生地域極廣，海水、溪水中都能生長。常附在岸旁木桩、岩石或附生在螺螄及烏龜的殼上，有長到1米多的，我國南北及沿海各地都普遍生長。

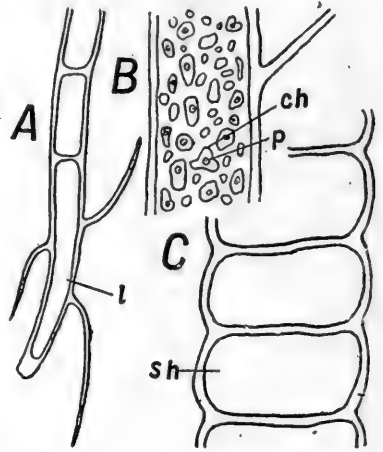
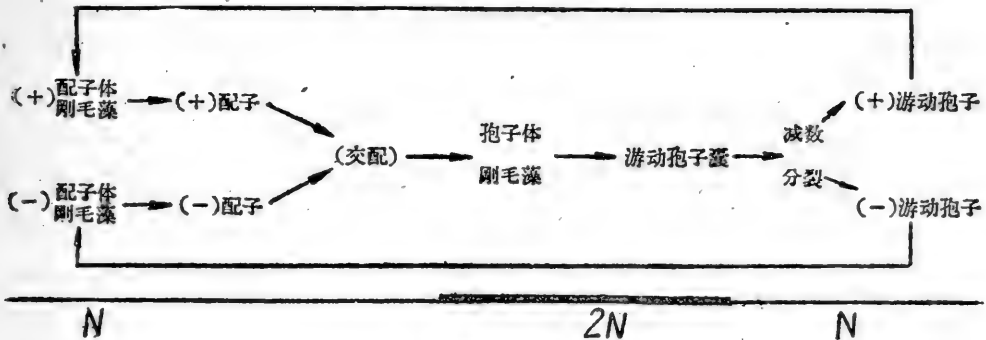


圖 21. 硬毛藻: A. 植物體的下部分; B. 細胞構造; C. 短細胞。ch. 葉綠體; p. 淀粉核; sh. 短細胞; l. 附着細胞。(仿 Fritsch)

剛毛藻生活史及世代交替圖表



硬毛藻屬(*Chaetomorpha*)

構造 全體是不分枝的綫體，分附着及營養2部分。**細胞構造** 細胞分長、短2種，長的成長筒形，有細胞核多枚。短的短筒形。葉綠體常分裂成為小粒(圖 21. A—C)。

繁殖方法 (1)無性繁殖 產生游動孢子，和剛毛藻相仿佛。(2)有性繁殖 產生具有2根纖毛的同形配子。配子交配後，經過幾天，然後萌發。此藻和剛毛藻相似，也有孢子及配子2種植物體。

生長環境 產於海水中，在我國海南島有發現。

胶毛藻目(CHAETOPHORALES)

本目特征 植物体成綫状,分上、下2部分,上部分直立,下部分匍匐,且常分化成假薄壁組織的盘状平展体。此目中有多属,具各种不同形式的刺毛,刺毛是細胞延長或是細胞壁向外凸出而成,但有些也沒有毛。配子通常同形。生长环境,多属淡水。

毛枝藻属(*Stigeoclonium*)

构造 全体分直立和匍匐2部分。直立部分成綫形,分主枝和侧枝。侧枝梢末的几枚細胞,

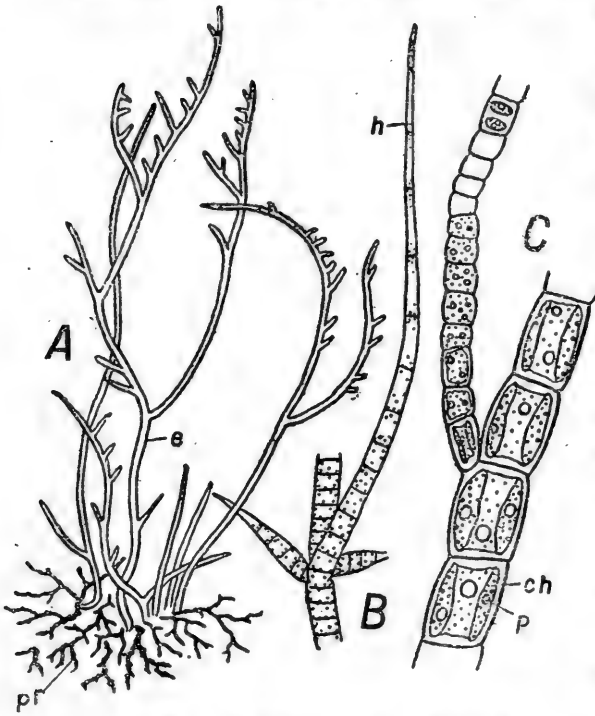


图 22. 毛枝藻: A. 整体略图; B. 毛; C. 細胞构造。ch. 叶绿体; e. 直立部分; h. 毛; p. 淀粉核; pr. 匍匐部分。
(仿 Fritsch)

常常逐渐延长,成为刺毛(图 22. A—B),所以从1根毛的外表看,好象是多細胞的。綫体有胶质圍着,胶极稀薄,寻常不易看見。下部分是假薄壁細胞的平展体。此藻生理反应很敏捷,如果周圍水中的渗透压力增加,或加以少量毒質,則其細胞即迅速互相脱离,由綫形而成不定群体的状态。 **細胞构造** 細胞中含細胞核、叶绿体各1枚。叶绿体成帶形,橫繞在細胞中。主枝的細胞比較长大,叶绿体在中間,淀粉核几枚,附生其上。侧枝細胞短小,全部被叶绿体所充滿,叶绿体上只有1枚淀粉核(图 22. C)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 行无性繁殖时,产生游动孢子。游动孢子有大、小之分。大的具纤毛4根,且可成为变形虫狀的細胞,然后发育綫状体。通常游动孢子囊仅产生1个孢子。游泳停止时,以前端粘附他物,然后发生向上直立的枝子,及下部假薄壁細胞狀的平展基部。(2)有性繁殖 产生具有2根纤毛的同形配子,但具4根纤毛的也有。配子从异体产生的,可以交配。接合子形圓而光滑。萌发时,先成游动孢子。

生长环境 生长于淡水中,常附着在木石及其他水生植物上。

胶毛藻属(*Chaetophora*)

构造 胶毛藻的植物体是分枝的綫形体。通常丛枝密生,成半圓球形,但也有不成球形的

(图 23. A)。成球形的，基部有平展体，体上密生枝条，向外生长(图 23. B)成为球形。每 1 枝条有粗糙的胶质圍繞着。也有几枝合成 1 束的。全体的枝部常吸收石灰質，因此很感觉粗硬。細胞构造 細胞有大、小之分，略作鼓形，因筒形細胞的周壁向外膨脹的緣故。大細胞中有橫繞的帶形叶綠体，帶在細胞中部，而寬度不及細胞的長度，因此每枚細胞的中部顏色是綠的，而兩端透明。叶綠体上，附生几枚淀粉核。旁枝的細胞較小而短，其周壁的膨脹不很显著。除枝的末端几枚細胞，逐漸延長成 1 多細胞的毛而外，其余的都含有 1 枚帶形叶綠体，且充滿全細胞中。叶綠体上有 1 枚淀粉核(图 23. C)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 每 1 枚細胞可产生 1 枚 4 根絨毛的游动孢子或厚垣孢子(图 23. D)。(2)有性繁殖 产生 2 根絨毛的同形配子。

生长环境 附着在水生植物上，昆明翠湖及蓮花池中，常有发现。

竹枝藻屬(*Draparnaldia*)

构造 竹枝藻肉眼能够看見。植物体也成綫形，分直生与匍匐 2 部分。直生部分又分主枝及旁枝。旁枝分枝繁密，小枝丛生成束，枝端細胞延長成无色透明的刺。匍匐部分，通常不很发达(图 24. A)。**細胞构造** 主枝的細胞成鼓形，有 1 枚橫生的帶形叶綠体，圍于周側。帶的邊緣，凹凸不齐，呈犬齒狀。淀粉核几枚，生于其上。帶的闊度不及細胞的長度，且在中間，因此，細胞的兩端沒有綠色。旁枝的細胞較短，通常成扁筒形，叶綠体充滿全細胞中(图 24. B)。無論主枝或旁枝，均有果胶性的胶质包圍和保护着。

繁殖方法 (1)无性繁殖 由旁枝的細胞分化成为游动孢子囊。每 1 孢子囊中，通常产生 1 枚 4 根絨毛的孢子，也偶有产生 2 到 4 枚的。孢子梨形，有 2 个收縮泡、1 枚眼点、叶綠体及細胞核各 1 枚，1 到 2 枚淀粉核(图 24. C, D)。成熟后，游泳于水中，几分钟后，就将前端向下，粘附于他物，后端向上延長，由 1 枚細胞橫断分裂，成上、下 2 枚細胞。在下面的是基部細胞，日后分化成为匍匐部分，在上面的延長，成 1 长刺，再由此分化，成为营养部分。(2)有性繁殖 配子囊由旁枝的細胞分化而成。配子也具有絨毛 4 根，出囊后游泳水中，不久，成为变形虫状。2 配子相遇而交配，成为接合子。接合子如何萌发，尚无定論。有人說发生 2 到 4 个幼苗的，大概是直接发育成新植物体(图 24. E—H)。

生长环境 多半产生在泉水或清涼的流水中。昆明的翠湖、蓮花池，南京和北京等地，都有产生。

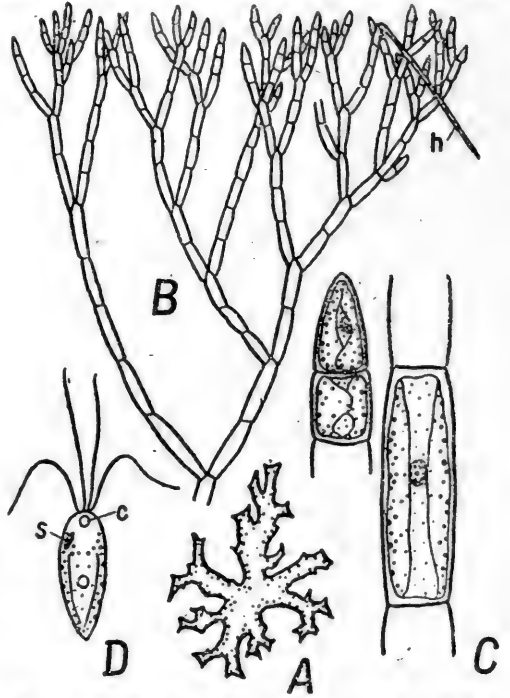


图 23. 胶毛藻: A. 植物体; B. 放大的一部分植物体; C. 細胞构造; D. 游动孢子。c. 收縮泡; h. 刺毛; s. 眼点。(A, B, D. 临 Fritsch 重繪, C. 临采自望城崗的实物)

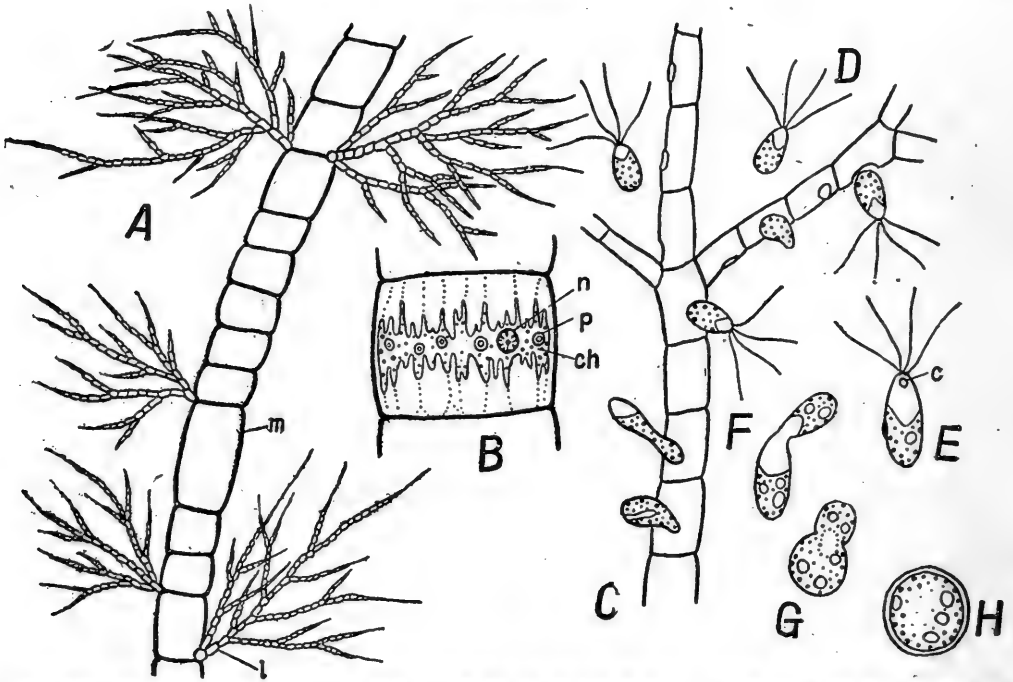


图 24. 竹枝藻: A. 植物体的一部分, 表示主枝及旁枝; B. 细胞构造, 表示叶绿体; C—D. 游动孢子的发生; E. 配子; F—G. 交配; H. 合子。c. 收缩泡; ch. 叶绿体; l. 侧枝; m. 主枝; n. 细胞核; p. 淀粉核。(A. B. 采自望城岗, C—H. 临 Fritsch)

鞘毛藻属 (*Coleochaete*)

构造 植物体有 2 种不同的构造, 1 种是盘状的, 另 1 种是綫形而成放射状的半球形。现在分述如下: (一)綫形鞘毛藻 全部成綫形的枝条, 各枝由同一基部, 向外放射生长 (图 25. A), 丛生成 1 球, 枝条的外面有胶质层包围和保护着。全部外形, 仿佛象 1 个刺猬, 不过周身有胶而已。(二)盘状鞘毛藻 枝条自一点向四周平展生长, 密集成 1 盘状的平面体的构造。这种构造通常是 1 层细胞构成的, 但也有 2, 3 层细胞构成的 (图 25. F)。**细胞构造** 细胞中含 1 枚侧生的细胞核, 1 枚叶绿体, 其形状极不规则。1, 2 枚淀粉核, 生于叶绿体上。每 1 枚细胞生长 1 根刺毛 (图 25. G)。刺毛的构造很别致。每根刺毛的下半部, 外面围着 1 个鞘。鞘的基部凸入细胞的内部, 形状象 1 个小球一样。

繁殖方法 (一)綫形鞘毛藻 (1)无性繁殖 凡属营养细胞, 都能产生游动孢子。游动孢子球形而略长。前端延长成颈状细管, 管端生 2 根纤毛, 细胞中有 1 枚叶绿体, 侧生在一旁。但没有眼点 (图 25. B)。游动孢子静止后, 就横裂为 2 枚细胞。通常在上面的分化成毛, 在下面的发育成营养体。(2)有性繁殖 雌配子囊是枝端的细胞分化而成。基部广阔, 上部细长, 形状很象 1 个长颈花瓶 (图 25. A)。在基部有 1 枚细胞核, 1 到 2 枚叶绿体, 颈管中充满无色透明的细胞质。雌配子囊长成时, 其基部的 1 枚细胞, 先向旁边斜生 1 新枝。不久, 此新枝和老枝长成一直线, 因此, 就将雌配子囊原来顶端向上的位置挤成斜生在枝子的一旁。雌配子成熟时, 雌配子囊长颈的尖端自行破裂, 细胞质便流溢到外面。下部分的原生质体膨大成圆球形, 成为雌配子。雄配子囊

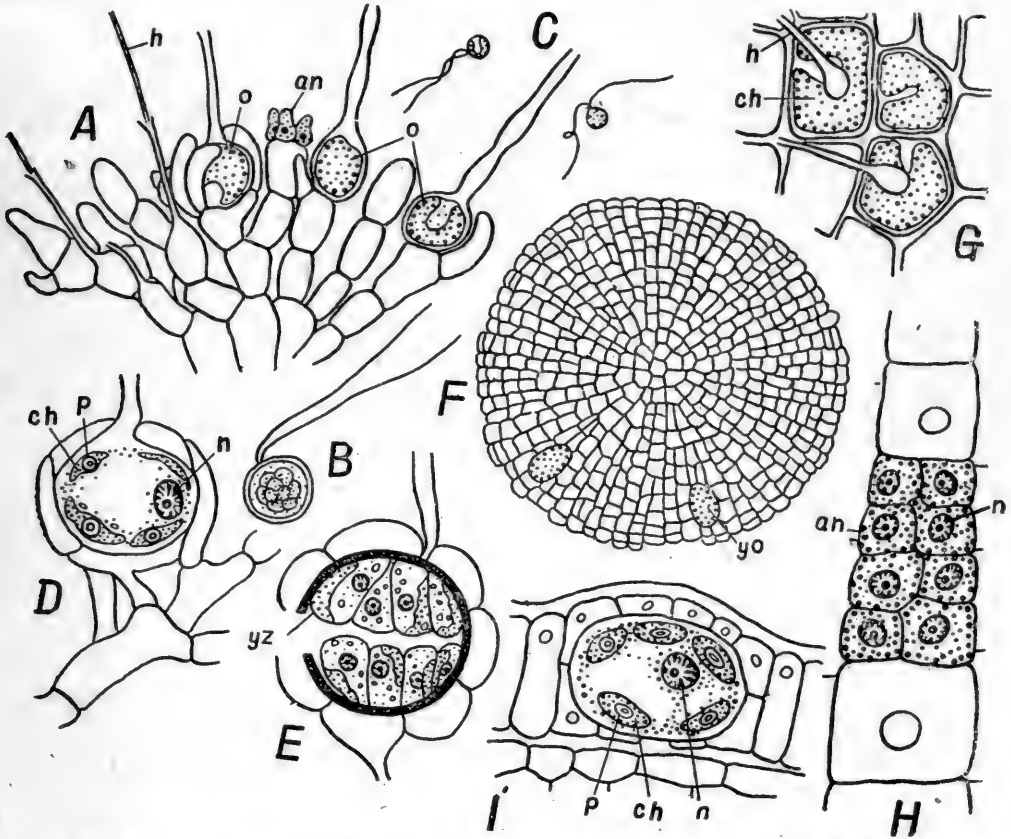


图 25. A. 线形鞘毛藻; B. 游动孢子; C. 配子; D. 合子, 表示其薄壁组织的外鞘; E. 合子萌发; F. 盘状鞘毛藻; G. 细胞构造; H. 雄配子囊; I. 雌配子囊。an. 雄配子囊; ch. 叶绿体; h. 刺毛; n. 细胞核; o. yo. 雌配子囊; p. 淀粉粉核; yz. 幼游动孢子。(A. D. G. 临 Fritsch, B. C. E. F. H. 临 Coulter)

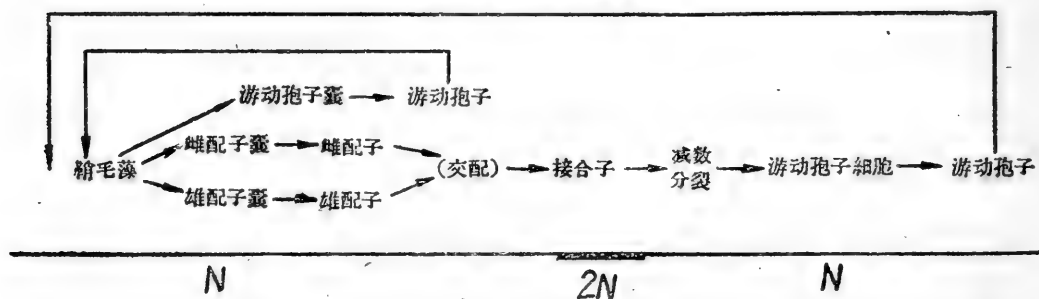
丛生于枝端, 或生在雌配子囊的基部附近。其形尖小, 囊内产生 1 枚雄配子。雄配子圆形或卵形, 有 2 根极长的纤毛(图 25. C)。雄配子成熟时, 雄配子囊尖端破裂。交配 雌、雄配子交配于雌配子囊中。交配后, 雌配子囊颈部发生 1 横隔膜。胞的基部逐渐膨大。在胞周围的细胞, 就围绕配子囊而生长。因各围绕细胞互相穿插, 就成了 1 层假薄壁组织的外层(图 25. D)。这就是从前有些学者未经仔细观察而误认为孢子体的部分。此围绕的组织, 变为红色或红褐色。以后, 其细胞自行破裂, 残破的细胞壁仍粘贴于雌配子囊之外, 使其壁成为双层的。萌发 接合子过冬后, 次春天气和暖, 就行萌发, 萌发之先, 渐变绿色, 再行减数及间接分裂。结果成为 32 枚细胞(图 25. E)。每 1 枚细胞产生 1 个游动孢子, 各长成 1 个新植物体。(二)盘状鞘毛藻 此藻的无性繁殖及有性繁殖, 和线形种类都相类似, 也是用游动孢子及配子来繁殖。其所不同的, 仅孢子囊及配子囊生长部位不同而已。兹略述其有性繁殖法如下; 雌配子囊发生于边缘细胞中。不久, 被邻近细胞所包围(图 25. I)。雄配子囊由普通营养细胞分裂而成。每 1 枚营养细胞分成 4 枚细胞, 这就是雄配子囊(图 25. H)。每囊产生 1 枚配子。接合子 雌雄配子交配后成为接合子。接合子被褐色的厚壁所包裹。据阿尔脱孟[Oltmann 1923]的意见。这个褐色的厚壁, 一半是由雌配子囊的壁, 一半是由包围细胞的内壁所组合而成的。而柯脱[Coulter 等 1930]误认为, 包围

在接合子壁外的細胞是孢子體。因為當時的研究不深，沒有精確的報告可以依據。這是學習的人不可不注意的。

據研究者報告，這兩種鞘毛藻的接合子，在萌發時分裂。所以無論錢狀或盤狀鞘毛藻的植物體，都是配子體。

生長環境 生于淡水池沼中。

鞘毛藻的生活史圖表



聯球藻屬 (*Pleurococcus*)

構造 聯球藻屬舊名原球藻屬 (*Protococcus*)，這屬植物是單細胞的植物體。陸生時，各細胞密接靠擠。且細胞分裂時，老細胞壁一時不易毀壞，因此各細胞相連，成1個片狀的假群體。- 水生的，細胞延長，連續不斷，長成分枝的綫狀體(圖 26. A—E)。

細胞構造 細胞圓形，但因彼此

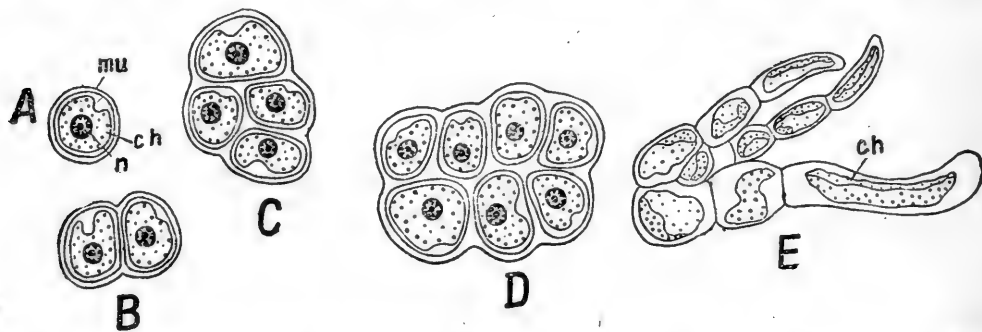


圖 26. 聯球藻：A. 構造圖，表示葉綠體、細胞壁、胶质層等；B—D. 假群體；E. 細胞延長的狀態。ch. 葉綠體；mu. 胶质層；n. 細胞核。(A—D. 臨 Coulter, E. 臨 Fritsch)

密接，以致外形往往不很規則。細胞內含1枚細胞核、1枚葉綠體，且分叉，通常無淀粉核。細胞壁外有胶质。

繁殖方法 聯球藻的繁殖是很簡單的。其種類的繁衍，專靠細胞分裂而已。

生長環境 生長在陰濕磚石及老樹背陽光的枝干上。南京城內路旁的法國梧桐樹皮上，盛產這屬藻類。

小球藻屬 (*Chlorella*)

構造 是單細胞的藻類，細胞圓球形。有1枚環狀葉綠體，淀粉核因種的不同或有或無。1枚

細胞核。

繁殖方法 仅发现此藻行无性繁殖,而沒有有性繁殖。无性繁殖时,在营养不够的情况下,是由1枚細胞对分成2半个。如果养料充足,則老細胞中发生很多新个体。每1个体分化成1枚新細胞。此藻分生很快,每年每亩田中可产6,000市斤。

生长环境 小球藻生长在淡水池沼沟渠中,从热带到温带都有。它所含的蛋白質、脂肪、維生素等很丰富,可作为人类的食粮及牲畜的饲料,同时它的繁殖力很强,生长很快,可以大量产生。因此,很有經濟价值。现在各国科学工作者都在培养和利用它。

鞘藻目(OEDOGONIALES)

本目特征 这1目植物的植物体都是分枝或不分枝的綫状体。游动孢子具纤毛很多。雌配子成卵形。营养細胞的分裂限于細胞的一部分,且分裂时,老細胞壁先被溶解1圈,就上下脱离,然后在内部发生新壁。这1目植物通常生在淡水中,很少生在陆地上。

鞘藻属(*Oedogonium*)

构造 鞘藻的植物体是不分枝的綫条。通常基部有1枚附着細胞,可以粘附他物(图27. A),也有漂浮无定的。全体分为多节,每节是1枚細胞。**細胞构造** 細胞筒形,上部略膨大。有1枚大而明显的細胞核。叶綠体成网状,含淀粉核很多。細胞壁很薄,分泌胶质层包围和保护着。**特殊的細胞分裂** 此藻細胞分裂,非常别致。分裂时,老細胞壁自行溶解1圈,細胞被横断成2半个。因为内部原生質体的伸长,将上半个細胞壁推向前进,而一部分的細胞質膜就裸露于外,和外界接触。同时,細胞核也分为2个,1个居于上,1个居于下。其后,新細胞膜发生于2核之間。不久,此裸露的細胞質膜及新生的横隔膜,都分泌纖維素,新細胞壁就組成了。于是1枚老細胞,就分化成为2枚新細胞(图27. C—H)。

繁殖方法 鞘藻的繁殖法也有性及无性2种,茲分述如次: (1)**无性繁殖** 由普通营养細胞分化成游动孢子囊。囊中产生1枚游动孢子。孢子圓形,或成梨形,深綠色,有1枚紅色眼点,前端生1团纤毛而露其頂,同旧时代孩童将头剃光,而于頂下留1圈短发,叫做“刘海圈”的,很相类似(图27. I—L)。游动孢子外面,初有薄膜包围,游动孢子成熟时,薄膜膨胀,使孢子囊由其預先发生的横裂处,自行裂开。游动孢子出外后,薄膜随即消失,就自由游泳水中。最后前端附着于他物,纤毛也同时粘附該物上,后端向外延长,行細胞核分裂,中部发生1横断的細胞壁,就成2枚新細胞。上細胞成为营养細胞,如此繼續不断地分裂,就成了多細胞的綫条。下細胞沒有叶綠体,并不分裂,永远是1个单細胞,它就是附着細胞。^① (2)**有性繁殖** 此藻有大种及矮种之别。有性繁殖的方法,也因种类的不同而有差别。茲并列于后: **大种鞘藻的有性繁殖** 大种

① 笔者于1936年,在北京师范大学时,曾采得此藻,經培养后,发生游动孢子很多。萌芽时,纤毛先行收缩,然后細胞的一部分延长成假根状。这和記載上略有不同,附記于此,以供参考。

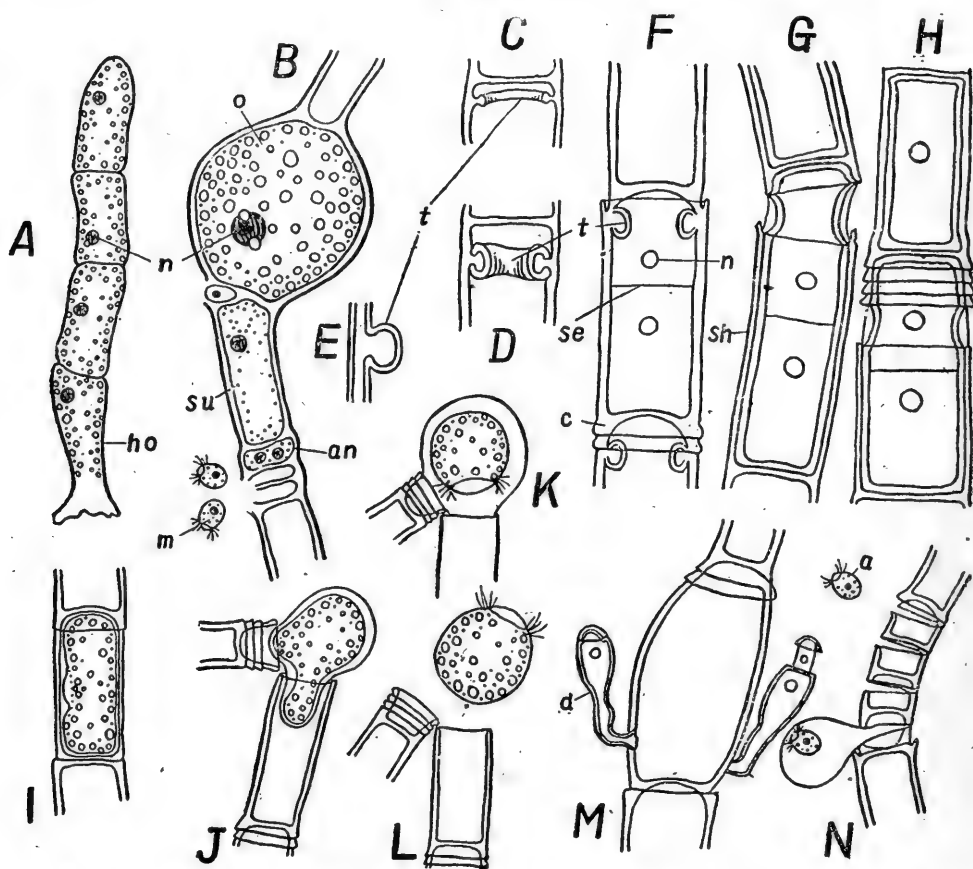


图 27. 鞘藻: A. 幼小植物体; B. 大种的有性繁殖; C—H. 特殊的细胞分裂; I—L. 大种的无性繁殖所产生的游动孢子; M—N. 矮种的有性繁殖。a. 雄孢子; an. 雄孢子囊; c. 帽盖细胞; d. 矮雄; ho. 附着细胞; m. 雄配子; n. 细胞核; o. 油点; se. 细胞隔壁; sh. 鞘; su. 支持细胞; t. 圈。(A. B. I—L. 临 Coulter, C—H. M—N. 临 Fritsch)

鞘藻普通又分同宗与异宗 2 种。同宗的, 雌、雄配子产生自同一植物。其雌配子囊是 1 个特别膨大而成圆形的细胞。而雄配子囊(原名精子器)的外形和普通细胞相似, 所不同的, 只是特别扁短而已。雌配子囊中, 产生圆而大的配子 1 枚。成熟时, 囊壁上开 1 小孔, 或裂 1 横缝。雄配子囊中, 发生雄配子 2 枚(图 27. B)。雄配子具游动孢子的形状, 而体积较为微小。它们自雌配子囊壁的孔中入内, 和雌的交配, 成为接合子。接合子发生红色厚壁, 6 个月后始萌发。萌发时, 先行减数分裂(原生质体也有先溜出厚壳之外然后分裂的), 分化成为 4 块, 每块成 1 枚游动孢子。如果雌、雄配子是异宗的, 那么, 其接合子所产生的游动孢子, 半数发育成专生雄配子的植物, 其余半数发育成专生雌配子的植物。接合子当萌发之时, 也有先产生 4 枚静孢子, 然后由此分化成游动孢子的。

矮种鞘藻的有性繁殖 矮种鞘藻雌配子囊分化的情形和大种的并无不同, 但雄配子囊是很别致的。其发生之时, 先由营养细胞分化成 1 个雄孢子囊, 此囊和普通雄配子囊的外形完全相似, 但只有 1 枚细胞核, 且仅产生 1 个雄孢子。雄孢子形似普通的游动孢子, 惟颜色较黄, 而体积较小。雄孢子游泳到雌配子囊而粘附着(各种都有一定的粘附地方, 或在雌配子囊上, 或在其下的 1 枚细胞上)。雄孢子用普通游动孢子发生新植物所经历的那些步骤, 发生 1 个小型

的新植物,叫做矮雄。矮雄有1枚附着細胞,上生1綫体,称为雄配子囊綫体。此綫体依照鞘藻种类的不同,而有分节和不分节的分別。每节是1枚細胞,产生1枚雄配子。雄配子的形体,和大种的相同(图 27. *M*, *N*)。

生长环境 通常生于靜水中,我国南北各地,都有发现。但矮种的好象不很普遍,据说上海附近有。

毛鞘藻属(*Bulbochaete*)

毛鞘藻除分枝外,其余各方面都和鞘藻相同。不过枝梢的1枚細胞的前端延长成刺,而基部膨大而已(图 28. *A*, *B*)

生长环境 和鞘藻相同。

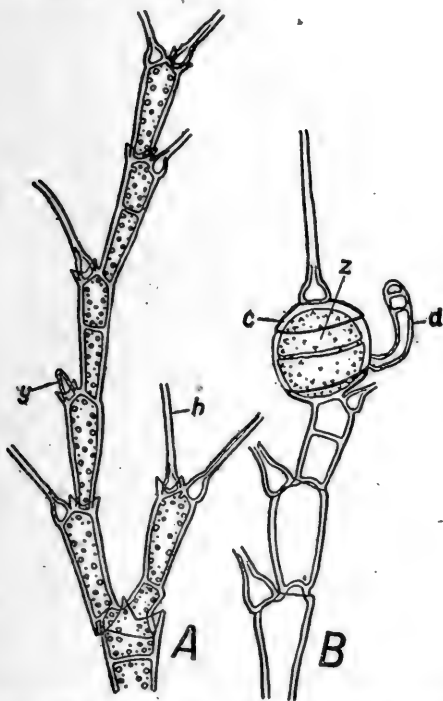


图 28. 毛鞘藻: *A*. 植物体的一部分, 表示营养細胞及毛; *B*. 有性繁殖, 表示雌配子囊及矮雄。c. 帽盖細胞; d. 矮雄; h. 毛; y. 小刺; z. 接合子。(A 采自江西新建望城崗, B. 临 Fritsch)

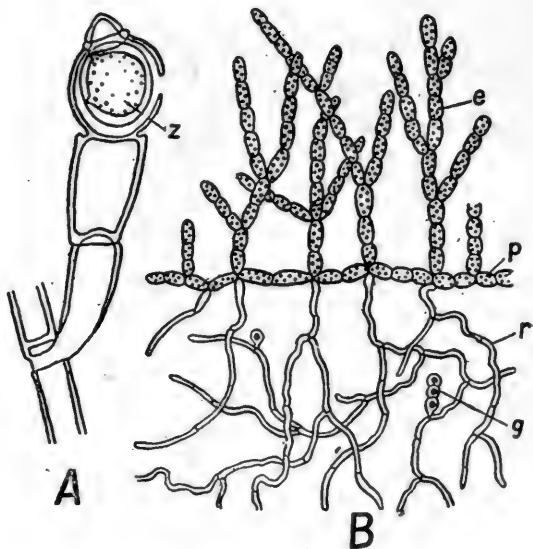


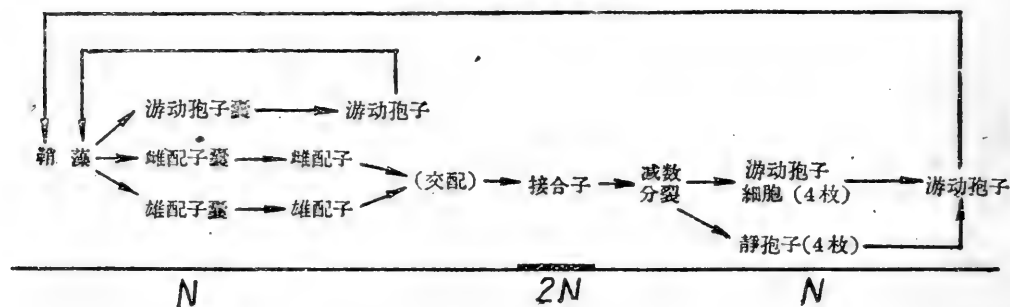
图 29. 陆生鞘藻: *A*. 接合子; *B*. 营养体及假根等。e. 直立的营养部分; g. 芽孢; p. 匍匐体; r. 假根; z. 合子。(临 Fritsch)

陆生鞘藻属(*Oedocladium*)

构造 植物体可分为3部分。綫体而匍匐生长于地面的是匍匐枝。向下生长到土内的是假根。向上的是直立枝。3者之中, 只有假根无色。繁殖方法及其他形态方面, 一概和鞘藻相同(图 29. *A*, *B*)。

生长环境 这属藻类生长在潮湿地区, 而不生长在水中。

鞘藻生活史图表



接合藻目(CONJUGALES)

本目特征 本目植物具美丽而别致的叶绿体。细胞通常对称，且有规则。繁殖时2植物接合繁殖。配子无纤毛，变形虫状，不能自由游动，通常每1枚细胞的原生质体分化成为1个配子。本目藻类依照形态的不同，分为2个亚目。

真接合藻亚目(EUCONJUGATAE)

柱胞藻属(*Cylindrocystis*)

构造 柱胞藻极为纤小，非用显微镜不能看见。全体仅仅是1枚单细胞，长筒形。中部有1枚细胞核。每1个叶绿体上，含1个淀粉核。(图30. A, B)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 先由细胞核分裂成为2个，同时各叶绿体及淀粉核也自行分裂，各成为2个。其后，2个细胞核各向细胞的一端移动。此时，各叶绿体都在1直线上。细胞核渐由细胞中部移到2端，而终止于两新叶绿体的中间。当细胞核分裂时，老细胞中部发生1横隔壁。久之，成为细胞壁，便分为2枚细胞(图30. A—D)。(2)有性繁殖 异性的柱胞藻相遇时，通常各分泌胶质，以便围护。细胞的中部，相向凸出，成管形。它们互相连接，成为接合管(图30. E)。不久，管端的细胞壁消失，2细胞的原生质体就彼此通连，细胞核各移向管中。接合管既通，就逐渐膨大。2细胞渐渐地变成了1个，不再有接合管的存在。细胞核交配后，老细胞壁内发生较厚的新壁，就成了接合子。接合子之内，含1枚(2N)的细胞核，及4个叶绿体(图30. K, L)。

生长环境 池沼及潮湿陆地，都可生长。

水绵属(*Spirogyra*)

构造 植物体成线形的长管，分节，每节是1枚细胞，没有附着细胞，鲜绿色。全体自由漂

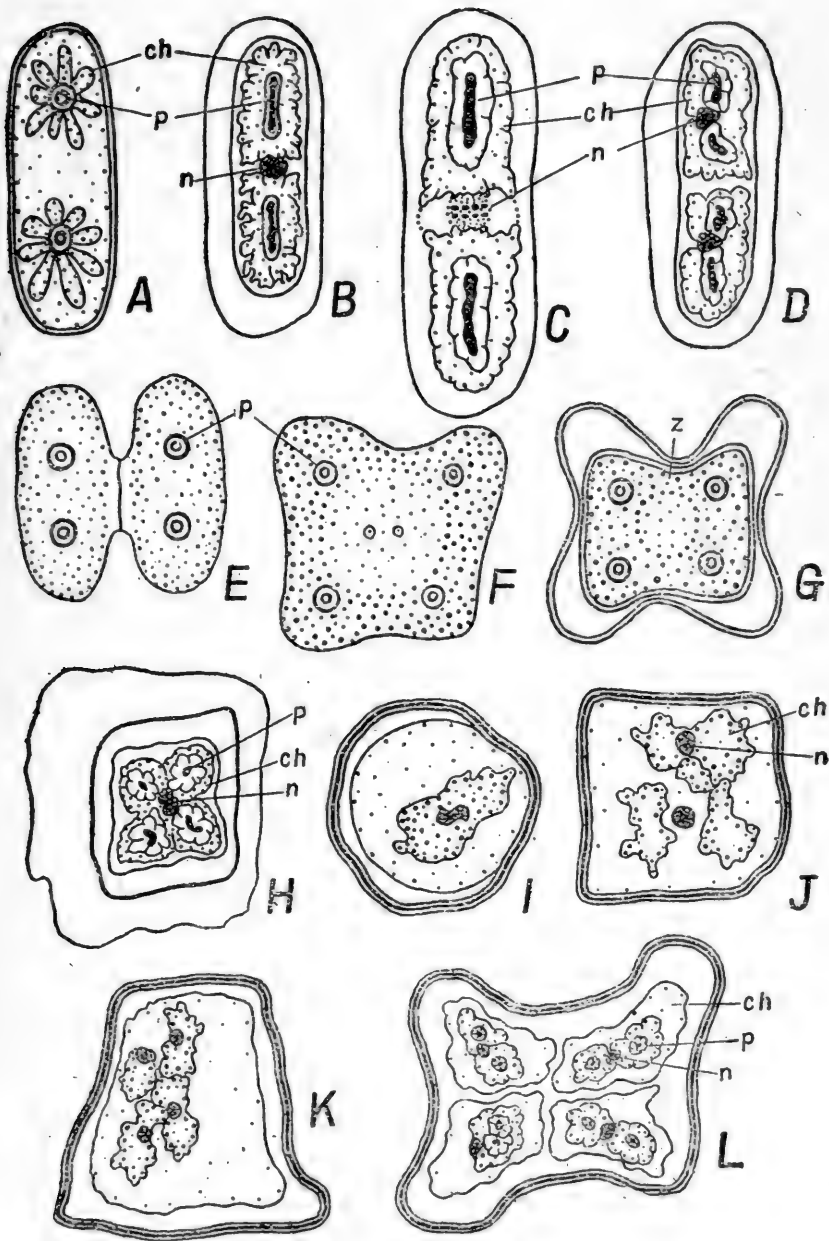


图 30. 柱胞藻: A—D. 无性繁殖; E—G. 有性繁殖; H—L. 接合子萌发。ch. 叶绿体; n. 細胞核; p. 淀粉核; z. 接合子。(仿 Fritsch 重繪)

浮,手指触着,頗覺滑潤。 **細胞构造** 長筒形,內含 1 枚細胞核,核在細胞中央,有細胞質絲通連着。細胞中部有 1 个大液泡,細胞質絲常常穿越液泡。葉綠体扁而長,帶狀,成單行或雙行,由細胞的一端達到他端,自左而右作螺旋狀的纏繞。葉綠体狹的,其邊平直;闊的,邊部呈鋸齒狀;淀粉核多个附生其上。如果葉綠体是狹長的,那么,淀粉核从葉綠体的一端及于他端,排成單行的直綫,且位居帶体的中部,各淀粉核的距离也有一定。如果葉綠体是闊帶形的,那么,淀粉核散布其上,不成直行(图 31. A)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 此藻的无性繁殖方法很别致。細胞脫节,即另成新体。脫节的方法,各各不同,略写一、二,以供参考:(a) 2 細胞的橫隔壁中間发生胶质,胶质吸水渐渐膨胀,原来連接的两細胞,就由此起分离。(b) 在 2 細胞的橫隔壁中間,渐渐变成 H 形的片块,此片块很象高等植物的离层。当它老时,在它两端的細胞,都可脱离而分开。(c) 細胞橫隔壁中的中层,先行溶解成 1 圓圈。溶解部分逐渐扩大,及于全橫隔壁。日后細胞的橫壁断落,細胞便各自分离(图 31. B—F)。(2)有性繁殖 水綿的有性繁殖是异性細胞相遇而行交配。通常 2 植物体相遇,其新分裂的細胞如遇异性的,則彼此相对,各发生接合管。其后,两管相接触,互相通連。交配时,1 枚細胞內的原生質体移到他細胞中。2 枚細胞核行交配,葉綠体纏繞于細胞核的外面,成 1 个長圓球。此后,圍繞于葉綠体的外周发生厚壁,就成了接合子。据研究报告。接合子的外壁可分

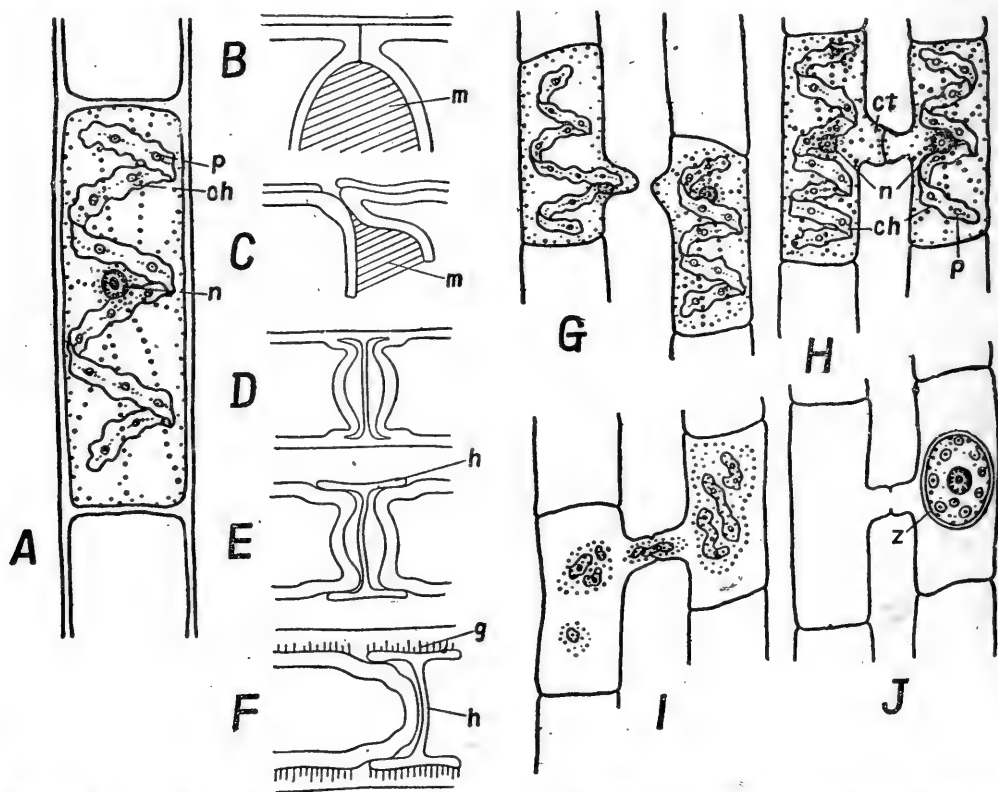


图 31. 水綿: A. 一部分的植物体; B—F. 无性繁殖; G—J. 有性繁殖。ch. 葉綠体; ct. 接合管; g. 胶化的細胞壁; h. H 形片块; m. 胶质; n. 細胞核; p. 淀粉核; z. 合子。(B—F. 仿 Fritsch, 余临 Coulter)

数层。最外的是角质层,在内的是纖維素层,通常具花紋状的突起。某几种水綿的接合子,壁的中层可以平均对裂成2个半球形。接合子紅色,内含脂肪很多,是淀粉轉化而成的。叶綠体除属于雄配子的之外,可久留于接合子内不变(图 31. G—J)。萌发 接合子休眠,经过不良环境后,原生质体开始活动,先吸收水分,并分泌酵素将脂肪分解。再从1枚(2N)的細胞核分裂成为4枚(N)的細胞核。其后3核退化,1核发达,接合子壁的内层向外膨胀,使孢子壁的中、外2层破裂,内层就向外伸长成管状。管内的构造,和水綿的1节相似。由此,繼續向前生长及横断分裂,成一条多細胞的綫状体,就成了1个新植物。

生长环境 水綿生于淡水的池沼中,分布非常广泛,几乎到处都有。

双星藻属(*Zygnema*)

构造 全体是不分枝的綫形絲条。分节,节不很长,每节是1枚細胞。全部細胞很一致,沒有特化的,全体自由漂浮水面。細胞构造 細胞筒形,而不很长。内含1枚細胞核,居細胞中央。2枚叶綠体,分叉成星状,鮮綠色,分居細胞核的上下,而与核成1直綫,5,6枚淀粉核附生其上^①(32. A)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 双星藻的无性繁殖就是普通細胞分裂,而无特殊的繁殖器官。細胞分裂时,叶綠体先起变化,各自分裂为2枚,然后細胞核也分裂成2个。細胞中部发生1层新壁,将1枚細胞横分成2枚,而同时将叶綠体和細胞核平均分隔于此新成的2細胞中。新細胞逐漸延长,細胞核和淀粉核也漸漸恢复原来的排列,就成了2个細胞。(2)有性繁殖 和水綿相同,但偶有在接合管之中进行交配,而成接合孢子的(图 32. B)。

生长环境 和水綿完全相同,且通常混合生长。

轉板藻属(*Mougeotia*)

构造 植物体綫形,无枝,分节。每节是1个細胞,細胞长筒形。每个細胞含1枚細胞核,1个叶綠体。核居細胞中部。叶綠体色淡綠而略带黃,形状特別,全体构造象1块平板,其长短寬狭和細胞內腔仿佛相等,最奇特的就是,此板每因日光强弱的关系而能作 45° 的旋轉。因为在日光强弱适中时,則板的全面向光。如果光綫过强时,則板自行旋轉,以一边向上,使其面部与光綫平行。淀粉核数枚附生其上(图 33. A, B)。因为叶綠体形象平板,且能轉动,所以笔者把它叫做

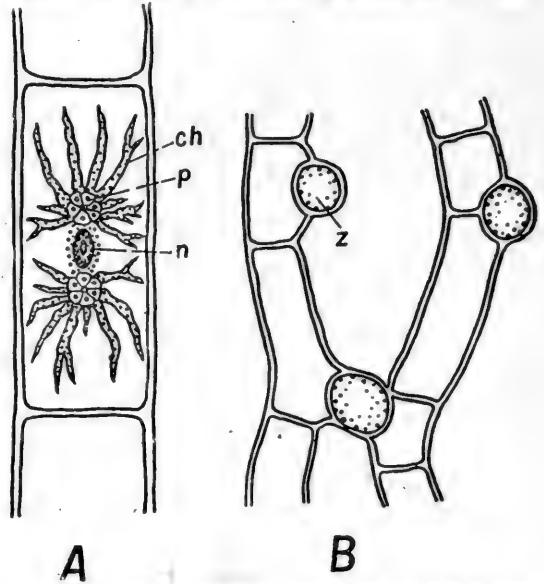


图 32. 双星藻: A. 植物体的一部分, 表示营养細胞的构造; B. 合子。ch. 叶綠体; n. 細胞核; p. 淀粉核; z. 合子。(胎 Fritsch)

^① 据 C. J. Chamberlain 說,有多到9枚的。

“轉板”。

繁殖方法 (1)无性繁殖 即普通細胞分裂, 并不发生特殊器官。(2)有性繁殖 和水綿及双星藻相同, 行接合交配。但接合孢子, 每形成于 2 个母植物之間。因为配子交配于接合管之中, 所以, 接合管膨大而成接合孢子(图 33. C)。

生长环境 轉板藻生长在淡水池沼及水稻田中, 分布很广, 我国南北各地, 自北京直到昆明, 多有发现。

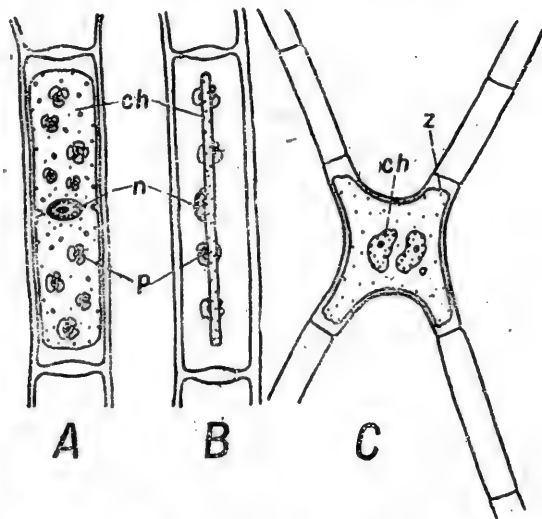


图 33. 轉板藻: A. 营养体的一部分; B. 同 A, 侧面观, 示叶绿体转动后的样子; C. 接合子。
ch. 叶绿体; n. 細胞核; p. 淀粉核; z. 合子。(仿 Fritsch)

眞鼓藻亞目 (DESMIDIOIDEAE)

本亚目特征 属于本亚目的植物, 一概是单細胞, 少有成群体的。除新月藻等极少数的种类之外, 鼓藻的細胞可分为极相对称的两半个, 每半个叫做“半細胞”。2 个半細胞之間, 常有收縮的部分, 叫做“腰”。細胞核居腰的中部。叶绿体 2 枚, 各分居于 1 个半細胞中。細胞壁上具很多小孔, 排列整齐, 成极規則的花紋, 殊为美观。細胞之外, 有胶质层, 胶质由体内分泌, 經小孔而排泄到外面。本亚目植物种类繁多, 現在略擇一、二, 作为代表。

新月藻属 (*Closterium*)

构造 新月藻又名眉藻, 全体是单細胞的, 体形长圓而两端尖細, 且向一边弯曲, 形状象新月, 因此叫做新月藻。体的中部虽不收縮, 但也称为“腰”。細胞核 1 枚, 居在腰的正中。其旁有叶绿体 2 个, 分居 2 半个細胞中。叶绿体形状象袋, 但一端尖細, 他端平闊, 上有直条花紋几条, 淀粉核多枚, 排列成行或不成行。細胞的两端, 各有 1 个小腔穴, 腔穴叫做极球或液泡, 内含石膏

小粒,常作布朗运动。叶綠体鮮綠色,大而显明(图 34. A, B)。細胞壁分內、外 2 层,內层的构成物質是纖維素;外层較厚而硬,是纖維素摻和其他物質而成的。在新月藻中通常吸收鉄質,所以細胞壁常現黃色。

繁殖方法 (1)无性繁殖 无性繁殖时,叶綠体先起变化,每枚横断分裂为 2 枚。細胞核也分裂为 2 枚,各向 1 个半細胞中部移动。細胞由腰的部分横生 1 壁,将 1 枚細胞横分为 2 枚(图 34. C)。日后由此分断,便成为两枚新細胞。新細胞核逐渐移动,最后停止于 2 个新叶綠体之間。細胞壁由腰所在之处,依照原有老的半个細胞的所在,向外膨胀生长(图 34. D),終于长成另 1 个半細胞,此新形成的半个細胞,其形状与体积都和原有的完全相同,至此,无性繁殖的步骤完毕,而新个体分化完成。(2)有性繁殖 异性新月藻相遇而行有性繁殖时,由 2 細胞腰的部分相对生长接合管,彼此的原生质体向管中移动,此时的原生质体就是配子。2 个配子混合于接合管中。2 个細胞核的交配,必須越过休眠时期,而在接合孢子萌发之前才进行。新月藻 2 个植物交配时,也有不发生接合管而細胞自行横断,2 枚細胞的原生质体就裸露于水中而互相混合結成一团的(图 34. E, F, G)。此外,另有由 1 枚細胞的两半个細胞之中,各发生 1 枚配子而自相交配的。

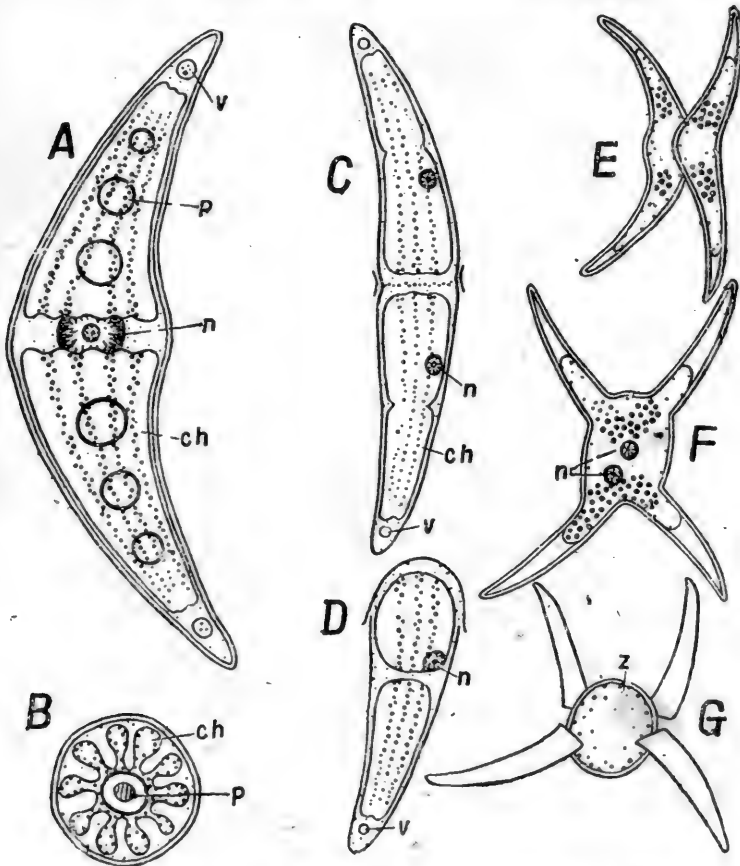
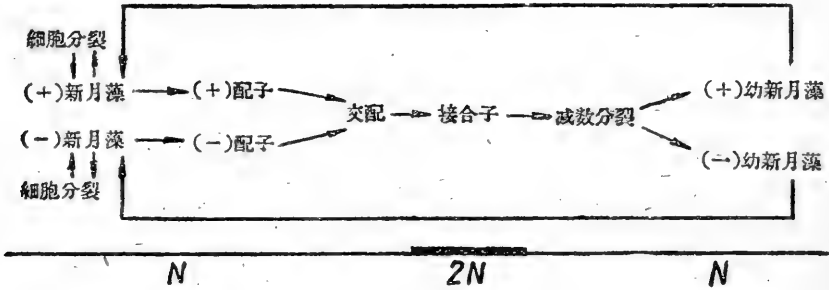


图 34. 新月藻: A. 营养植物体; B. A 的横断面; C—D. 无性繁殖; E—G. 有性繁殖。ch. 叶綠体; n. 細胞核; p. 淀粉核; v. 极球; z. 接合子。(仿 Fritsch 重繪)

接合孢子成熟时，細胞壁具3层构造，最内的是无色的薄膜。中层坚硬，通常作棕色。外层光滑或有小凸起及分枝的刺。接合子中初含4枚叶绿体，到成熟时退化成2枚。萌发之先，2配子的細胞核始行交配。随即行减数分裂，成为2枚(N)。再繼續分裂为4枚。2枚长大，其余的退化。每1枚細胞核和1个叶绿体，組成1个新个体。

生长环境 新月藻产生在淡水中，不論在軟水或硬水中，都能滋长。通常生长在池沼中，分布很广，我国南北各地都有。

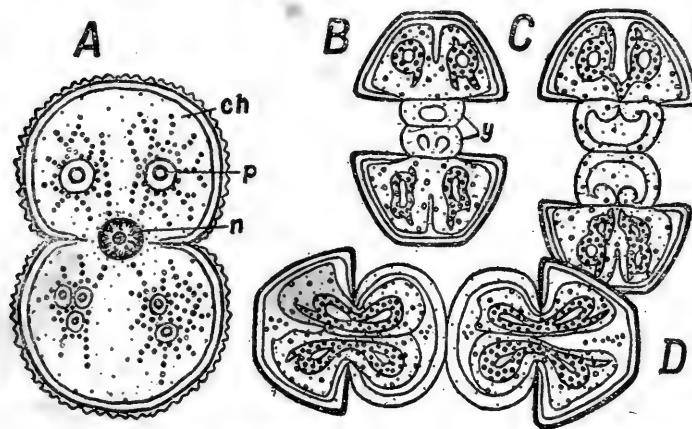
新月藻生活史图表



鼓藻属(*Cosmarium*)

构造 单細胞，扁圓，成盘碟状。形状很規則，象图案画，非常美丽。全体分为等形的半細胞2半个。中有收縮的腰，細胞核居在腰的部分。每半枚細胞之内，含1到4枚叶绿体。叶绿体的多少，依种类而定。叶绿体上，有放射状的条紋(图35. A)。鼓藻形状既多，种类也多，但在生活史方面則没有什么不同。

繁殖方法 (1)无性繁殖 鼓藻行无性繁殖时，細胞核先行分裂。由1枚分为2枚，且各向1枚半細胞的方向略为移动。同时，叶绿体也各自对分。細胞壁由腰向外逐渐膨凸(图35. B, C)。不久，腰的中部发生1横断壁将1枚細胞分成2枚。日后，此膨凸的部分渐形长大成1枚新的半細胞，2枚新細胞由原来腰的部分



所发生的横断壁分离，就成2个植物体(图35. D)。每1个新植物体含有新旧半細胞各1枚。旧的半細胞中叶绿体的半数迁移到新的半細胞中，細胞核居在新腰部分，于是形成1个新植物。(2)有性繁殖 异性鼓藻相遇时，分泌胶质包围体外。其原生质由腰的部分开裂的縫，溜出細胞壁之外，而互相混合成为1团。它的外面发生1层光滑或有刺的壳，这就是接合孢子。萌发之时，

图35. 鼓藻: A. 营养时期的植物体; B—D. 有性繁殖。ch. 叶绿体; n. 細胞核; p. 淀粉核; y. 新体。(临 Fritsch)

細胞核先行交配,再行減數分裂,成為2枚新核。每1新核,再分裂為2。此後,2核退化,2核發達,並各發育1層細胞壁,便成為獨立的兩枚半細胞。此時,由接合孢子壳中破裂出外,不久,每1枚半細胞,發育1枚通連的新半細胞,成為1個新植物。

生長環境 鼓藻式樣繁多,分布極廣,凡屬水塘,幾乎無不有其存在。

管藻目(SIPHONALES)

本目特征 這目植物通常是分枝的綫體,少數的成圓球狀或不分枝的管狀。體內無橫隔壁,是多核的。細胞壁內通常有石灰質。葉綠體很多,成盤狀。有性繁殖產生同形異形的異形配子,或異形配子。無性繁殖時產生游動孢子、靜孢子,很少產生厚垣孢子。此目植物多數生長在海中。也有的生長在淡水中。

羽藻屬(*Bryopsis*)

構造 羽藻的植物體,依照生長的状态及生理的關係,可分匍匐、直立及假根三部分。“匍匐莖”成綫形而分枝的細管,向上生長直立的“干”。“干”又分枝,其上生長2重或3重羽狀葉片狀的小枝(圖36.A)。假根由“匍匐莖”發生,而向下生長到土中,無綠色,為固定兼吸收之用。羽藻的外形雖有分化,但其內部構造實在很簡單。全體是1根管狀的構造,管內有1液泡,按照藻的外形而通到各部分。在液泡之外和細胞壁之內,是1層細胞質層。全體有無數的細胞核,分散於細胞質之中,在直立的部分,數量更多。羽藻“枝”的基部常向下發生假根,包圍並穿織於直立“干”部,成假薄壁組織狀的假皮層組織。其葉片狀的小枝如果擴大來觀看,都是些囊狀構造。它們的前部膨大,基部緊縮成1小管,所以內部是通連的。倘若我們認為全體是1枚大細胞,液泡居在中央,細胞質層內含葉綠體及細胞核,圍繞在液泡的外周,而細胞壁則是最外的1層,那麼,也沒有什麼不可以吧!相反地,認為羽藻的植物體是多細胞的,但各細胞的橫隔壁未曾發育,這樣說法,也是可以的。

繁殖方法 (1)無性繁殖 (a)由匍匐綫體分段脫離,各自分生成新植物。(b)葉狀小囊和本體脫離,另行發生假根。(2)有性繁殖 羽藻是雌、雄配子異形的植物,但無論何種配子,都產生於葉狀小囊(圖36.B)。最初小囊基部發生1層橫斷壁,以斷交通。囊中的葉綠體,因分裂而增多。倘若發育成雄配子時,則淀粉核逐漸退化。此後就分化成雄配子。雄配子梨形,體形狹長,前端尖細,后端鈍圓,尖端生2根纖毛,體內含有黃色粒及細胞核各1枚。雌配子體積大於雄配子3倍,但外形都相彷彿。體內含1枚細胞核,1到2個葉綠體,上有淀粉核。眼點長圓形。位於體的后端旁側。2根纖毛,生在前端,但不從尖端的下面,而不從尖端的頂長出(圖36.C)。交配 雄配子成熟後,小囊前端溶解,配子就游出囊外。雌、雄配子相遇,旁側交配成1圓球,這就是接合子。接合子直接發育成1個新植物。據說,羽藻的減數分裂是在配子組成之前進行的,但尚無詳細論述。

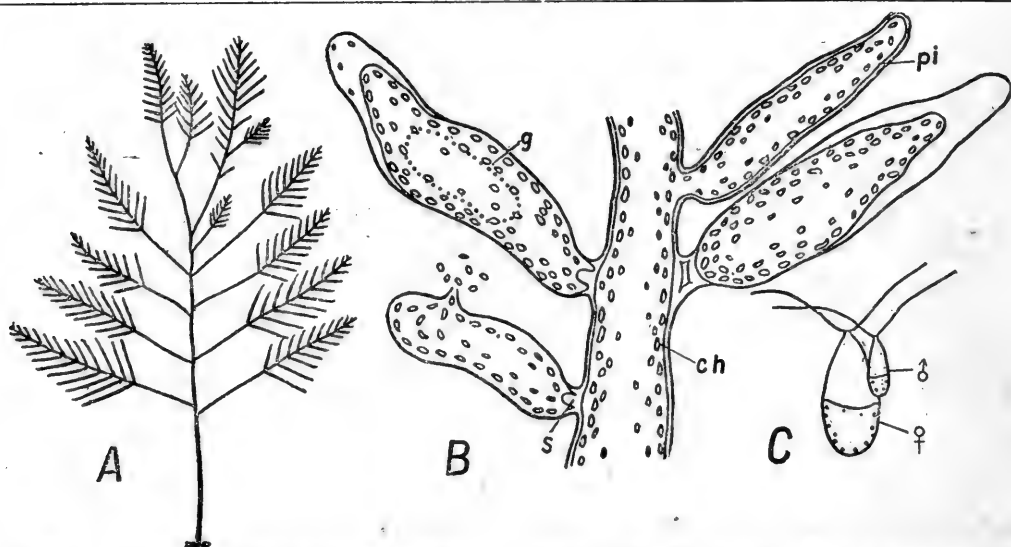


图 36. 羽藻: A. 外形略图; B. 一部分放大; C. 雌、雄配子。ch. 叶绿体; g. 配子囊; pi. 叶状小囊; s. 分节。(仿 Fritsch 重绘)

生长环境 羽藻产于较暖的海中,我国青岛、烟台、北戴河、厦门及海南岛,均有发现。

蕨藻属(*Caulerpa*)

构造 蕨藻可分假根、“匍匐茎”及“枝叶”各部分。但内部和羽藻相似,都是通连的。因此,

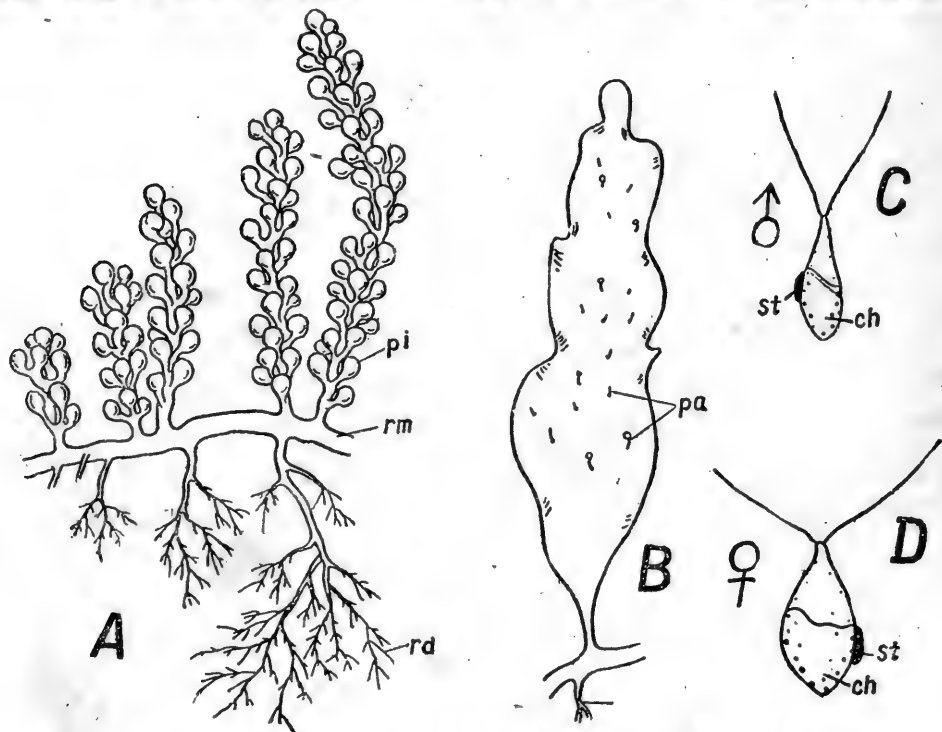


图 37. 蕨藻: A. 全植物体的一部分,表示叶状构造、匍匐部分及假根; B. 叶状小囊; C. 雄配子; D. 雌配子。ch. 叶绿体; pa. 雌、雄配子; pi. 叶状小囊; rd. 假根; rm. “匍匐茎”; st. 眼点。(仿 Fritsch)

全体不分細胞，是多核的构造。此藻的“匍匐莖”，长达2尺多。直立的“枝”，高約1尺。“枝”上生有扁球形或其他形状的叶状小囊(图 37. A)。細胞壁的主要成分是果胶质、果胶酸等所組成，沒有纖維素。

繁殖方法 (1)无性繁殖 “匍匐莖”后部逐渐向前腐烂，烂到分叉的部分，便将1个植物分为2个。(2)有性繁殖 雌、雄配子都从叶状小囊所产生(图 37. B)。配子前端細长，中部圓鈍，末端尖小。2根纤毛，生于頂端之旁。圓鈍部分有1枚长圆形眼点，及1枚叶绿体，但无淀粉核。雌、雄配子的外表都相仿佛(图 37. C. D)，但雄的是鮮綠色，形体較狭。雌的褐綠色。至于交配如何，还没有报告。

生长环境 生于热带海水中。

伞藻属(*Acetabularia*)

构造 全体是多核构造，不分細胞。下部有假根。假根之上，是1根长軸。軸的上端，有配子囊。配子囊圍繞在軸的外周，且各相連合，因此全体和雨伞仿佛相似。配子囊因种类的不同，有单层和双层的分別。配子囊和軸的腋部，向上发生短枝及毛(图 38. A, B)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 未見报告。(2)有性繁殖 配子囊中的細胞核，各自組成小型孢囊。配子卵形，无大、小之別，产自孢囊。交配后，直接发育成新植物。其减数分裂在孢囊中进行(图 38. C, D)。

生长环境 伞藻均生长在海水中。

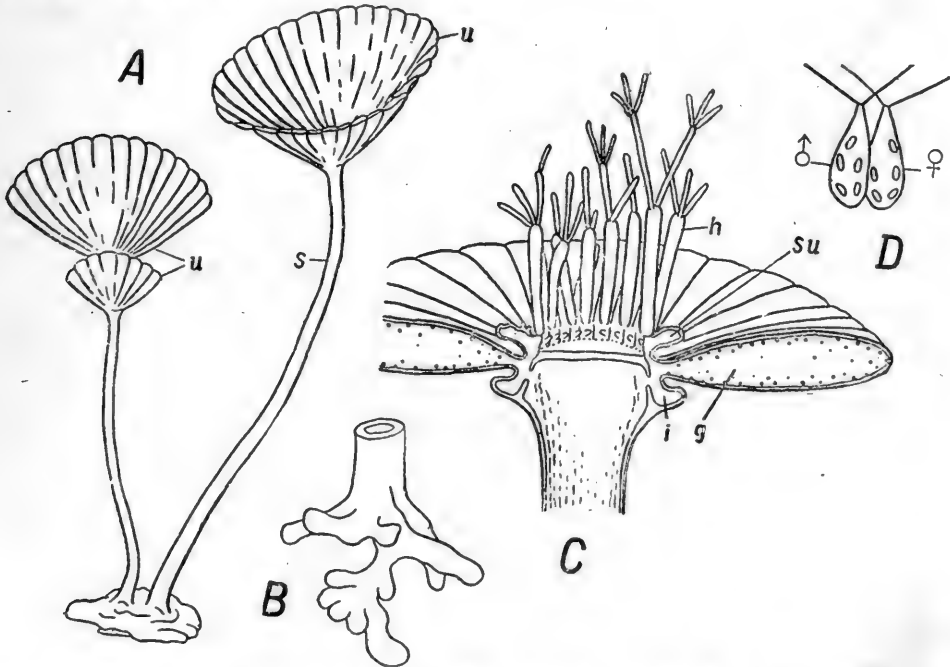


图 38. 伞藻: A. 外形; B. 假根; C. 配子囊放大; D. 配子。g. 配子囊; h. 毛; z. 短枝; s. 长轴; su. 上短枝; u. 伞状配子囊。(仿 Fritsch)

海松屬(*Codium*)

构造 基部有盘状組織，附着于岩石上。盘之上，有向上生长的“枝”、“干”，且分枝极多，略似珊瑚(图 39. A)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 枝旁的毛囊(細胞壁弯曲而成)向外发生小芽。小芽成熟，自行发生假根，和母体脱离另成 1 个植物(图 39. C)。(2)有性繁殖 小枝侧旁的細胞壁向外凸出，发育为配子囊。雌配子囊深綠色。雌配子梨形，含叶绿体及淀粉核多枚。雄配子产生于黄色的雄配子囊中，体較雌配子为狭，体内含 1 到 3 枚小形黄色叶绿体，而无淀粉核(图 39. D)。雌、雄配子成熟时，配子囊頂端溶化，配子出外，游泳于海水中。交配后，成球形的接合子(图 39. E)。接合子立即萌发成 1 个新植物。

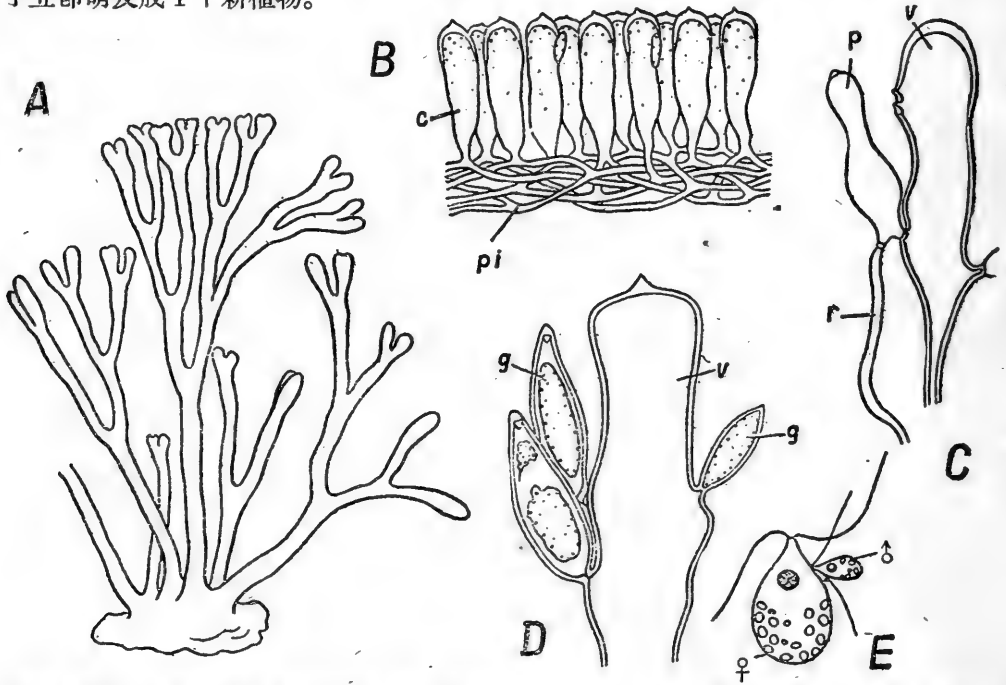


图 39. 海松: A. 整枝略图; B. 植物体放大的一部分, 表示髓部及皮层; C. 毛囊及小芽; D. 配子囊; E. 接合子。

c. 皮层; g. 配子囊; r. 假根; p. 小芽; pi. 髓; v. 液泡。(临 Fritsch)

生长环境 海松生于较为温暖的海水中。我国青島、烟台、厦門等地区都有产生。嫩的可供食用。

无隔藻属(*Vaucheria*)

构造 全体綫形，分枝。内部不分細胞，而是多核构造。体的内部，有 1 枚大液泡，随体的外形而通达各处。細胞質 1 层，介乎液泡和細胞壁之間。叶绿体小而多，細胞核无数，两样都散在細胞質中。細胞壁分内、外两层。外层是果胶质，内层是纤维素。叶绿体上没有淀粉核。光合作用的产物是脂肪和油类，而不是淀粉(图 40. A)。体内因受伤及繁殖时，也能发生横隔壁。

繁殖方法 (1) 无性繁殖 此藻行无性繁殖时,有多种不同的情况,分述如下: (a) 分断 全体分断成几个植物体。 (b) 产生游动孢子 游动孢子常产生在枝尖。产生的初期,多数細胞核圍

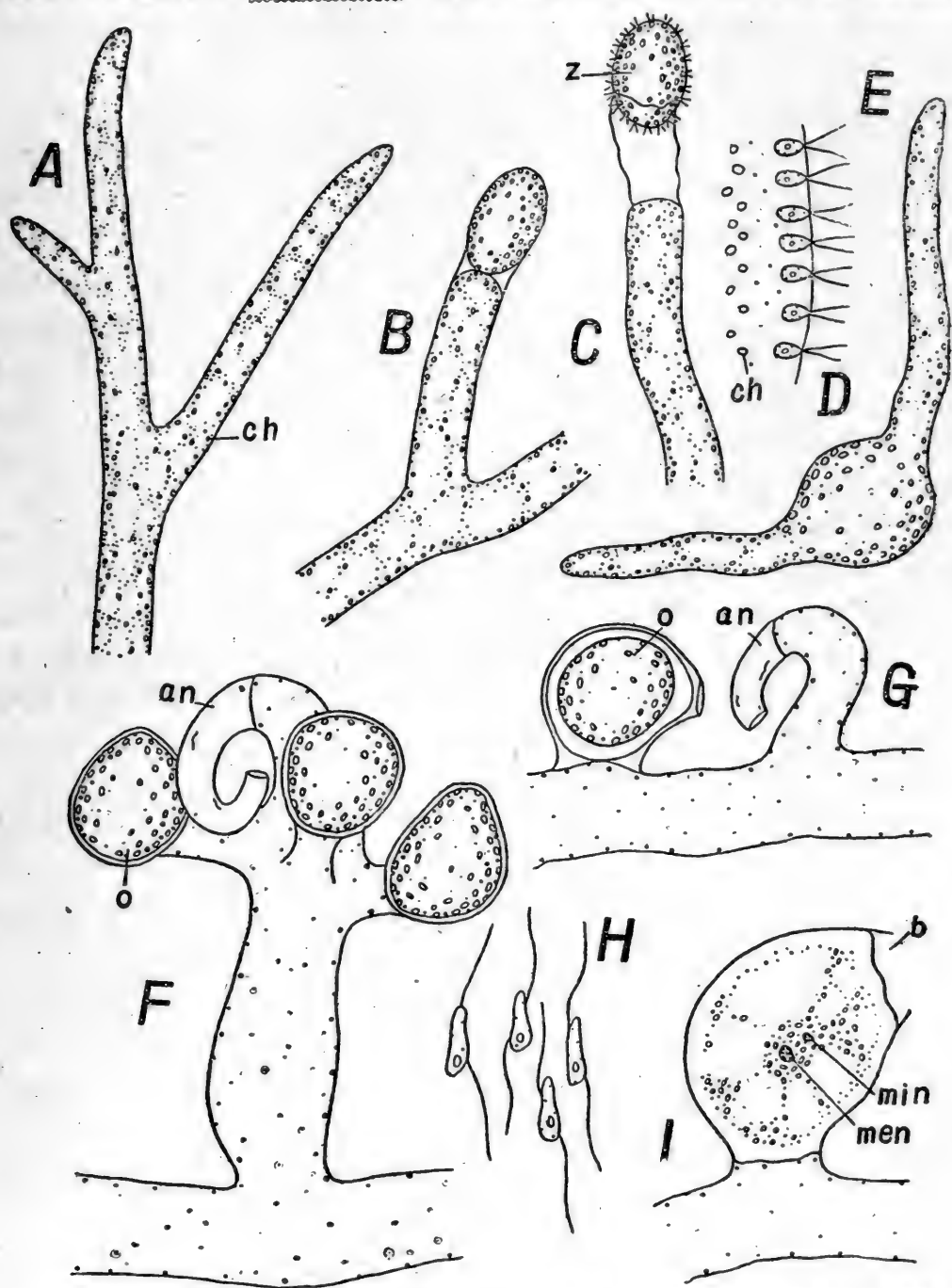
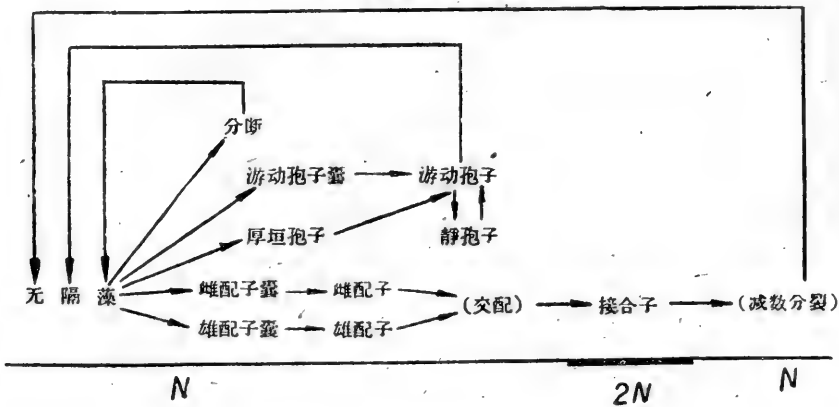


图. 40. 无隔藻: A. 无隔藻的一部分; B, C. 游动孢子的发生; D. 游动孢子的一部分剖面; E. 游动孢子的萌发; F, G. 繁殖器官; H. 雄配子; I. 雌配子, 示其中配子核之接合。an. 雄配子囊; b. 鸟嘴状突起; ch. 叶绿体; men. 雌配子核; min. 雄配子核; o. 雌配子囊; z. 游动孢子。(A, B, C, E, G. 仿 Coulter 重繪, D, F, H, I. 仿 Fritsch 重繪)

集在小枝的尖端。后来，枝端的下部发生1层横隔壁，从横隔壁向上，叫做游动孢子囊。囊中全部細胞質組成1个长圓形的球，球的中部是液泡，叶绿体群集于液泡外圍，細胞核則分居于最外层，各核发育2根纤毛，因此，全体叫做1个复孢子也没有什么不可以。游动孢子成熟，等待孢子囊頂端溶化，就出外游泳。萌发时，向两端延长，成为1管。然后分枝，成为1个新植物(图 40. C—E)。(c)产生静孢子及厚垣孢子 游动孢子有时并不出外游泳，而发生膜壁，成为静孢子。也有短枝的尖端，产生球形薄壁的静孢子的。此外，更有在线体的一部分，产生連續多个厚垣孢子的。萌发时，不論静孢子或厚垣孢子，都可直接延长，成为綫体。或分化为多个变形虫状的小单位，每个可延长成为一个新植物。(2)有性繁殖 无隔藻的有性繁殖，虽因种类的关系而略有不同，然大概都相仿佛，茲分述如下：(a)雄配子囊的发育 一部分的植物体，集合多数細胞核，向外膨脹成为1管。管的上部，有很多細胞核，且在管的中部，发生1层横断壁，横断壁以上的部分就是雄配子囊。初时，囊直生向上，渐渐向下弯轉，成为鈎形，里面产生很多雄配子。雄配子体积微小，且没有什么顏色，两端尖而中部膨大。2根纤毛，生于一旁，1根向前，1根向后。当其成熟时，雄配子囊的頂端开口，配子遂得外出(图 40. G, H)。(b)雌配子囊的发育 雌配子囊的发育，略与雄配子囊相似。起初，也从細胞壁的一部分向外膨脹凸出。其后，逐渐向各方膨脹，成为圓球，球的基部和植物体通連之处，发生1层横断壁，此圓球就是雌配子囊。囊的上側，向外凸出，成1小管，叫做“喙”。囊中，最初有很多細胞核，最后退化，只剩1枚，成为雌配子細胞核。雌配子成熟时，“喙”尖端的細胞壁消失。雄配子由此入內，和雌配子交配(图 40. I)。如果雌、雄配子囊同生于1根枝条，則发育之时，植物体的一部分向外膨凸，起初成为1根管子，管的上端长成雄配子囊。其下部向四方再行膨凸，成为多个球形的雌配子囊(图 40. F)。接合子分泌細胞壁数层，中部紅褐色，滿貯油类。萌发时，先行减数分裂，然后发育成1个新植物。

生长环境 无隔藻生在淡水池沼中。分布比較广泛。

无隔藻生活史图表



輪藻目 (CHARALES)

本目特征 这一目藻类的物植体，頗有分化。全体分假根、“莖”及“叶”。在“莖”上，又可分

节与节間。也有发生“皮层”的。每1枚細胞之中,含1枚細胞核,及多个盘状叶綠体。在有性繁殖下,雌配子囊与构造繁复的雄配子囊,都极規則而美丽。且接合子萌发时先分化为“原絲体”,則尤为特別。

輪藻屬(*Chara*)

构造 輪藻构造繁复,全体最下的部分叫做假根,假根伸入泥土中。在上面,直立的部分叫做“莖”,“莖”分节和节間(图 41. A)。节間内部是由1枚长筒形的单細胞所构成,其周圍則从节部发生条状的細胞圍繞着。在横切面上,这些圍繞的細胞,很象皮层組織,因此叫做“皮层”。而内部的长筒細胞頗似髓部,所以也可以叫做“髓”(图 41. B, C)。节在分化的起初,原来是1枚細胞,但发育之时,此細胞并不延长,反而特別加寬,不久依照1个平面而分裂成多細胞,就成了节。在节的四周的細胞,繼續分裂,向外生长成“枝”、“叶”(图 41. D—G)。靠近“莖”的細胞,則上、下横裂,而向上或向下生长延长,成为“皮层”及假根,輪藻的植物体虽有分化,且外表类似种子植物,但其頂端細胞是1枚单細胞,这是和种子植物大不相同的。

繁殖方法 (1)无性繁殖 輪藻每节均能发生假根,因此“莖”横断时,即可另成1个植物。

(2)有性繁殖 精子囊的发育 輪藻的雄配子囊发育成一种多細胞的构造,凡是复細胞的雄配子囊都可以叫做精子器,虽然輪藻的精子器和苔蘚植物的不同,依照笔者的意見,也可以叫做精子器或雄配子器。雄配子器都发生在側枝的下方(图 41. H)。成熟时,为橘紅色的小球体。它发育的最初,从側枝分生1枚細胞,向下凸出。这枚細胞不久就行細胞分裂,横断成2枚,在前端的叫做雄配子器原始細胞,在后的是柄細胞。此后,前端的細胞,纵裂成2枚,再纵裂成4枚,然后纵裂成8枚,这8枚細胞成1个圓球,成为盾細胞。每1枚盾細胞的中部,向球的中心,另生1枚細长的細胞。这枚細胞不久横断成2枚,再由它的末端向四方分生多枚細胞。每1枚最后的細胞又长2条极其細长的雄配子器絲(精子器絲)。此絲分为多节,每节产生1枚雄配子(精子)。雄配子細长而弯曲,前端生长2根极长的纤毛(图 41. I—M)。

雌配子囊的发育 輪藻的雌配子囊本质上和其他藻类相同,也是由1枚单細胞所构成的,但此細胞的外部圍繞着5条綫状細胞。因此,在外表上这种雌配子囊好象由复細胞构成的,所以也有人把它叫做伪頸卵器或拟頸卵器。成熟的雌配子囊是1枚长圓形的細胞。外周有5条綫状細胞圍繞和保护着。这5条細胞长过于雌配子細胞,在雌配子囊以上的部分,叫做冠。配子成熟时,外圍条状細胞,各各暂时裂开,成了5条裂縫(图 41. N)。雄配子由此入内,再穿进雌配子細胞内,和雌配子細胞核交配。雌配子囊发育之初,由側枝向上另生1枚細胞。不久横分为2枚,在前面的叫做雌配子囊原始細胞,在后面的是柄細胞。柄細胞又横分为2枚,最下面的是基部細胞。在中部的是节細胞。节細胞之前,是雌配子囊原始細胞。雌配子囊原始細胞繼續长大。不再分裂,成为雌配子囊。囊下的节細胞,向囊的周圍发生細胞5枚,渐渐长大,成了5条綫状細胞,圍繞于雌配子囊之外。所以在外观上,輪藻的雌配子囊象是多細胞所組成的。如果专指生长雌配子的細胞,那么仍然是1枚单独的細胞。基部細胞始終不进行分裂,而是1枚单細胞。

交配 雄配子从雌配子外圍的綫状細胞的側縫进去,再钻进雌配子細胞。雌、雄配子的細胞核交配。交配后,成为接合子。此时,雌配子細胞壁

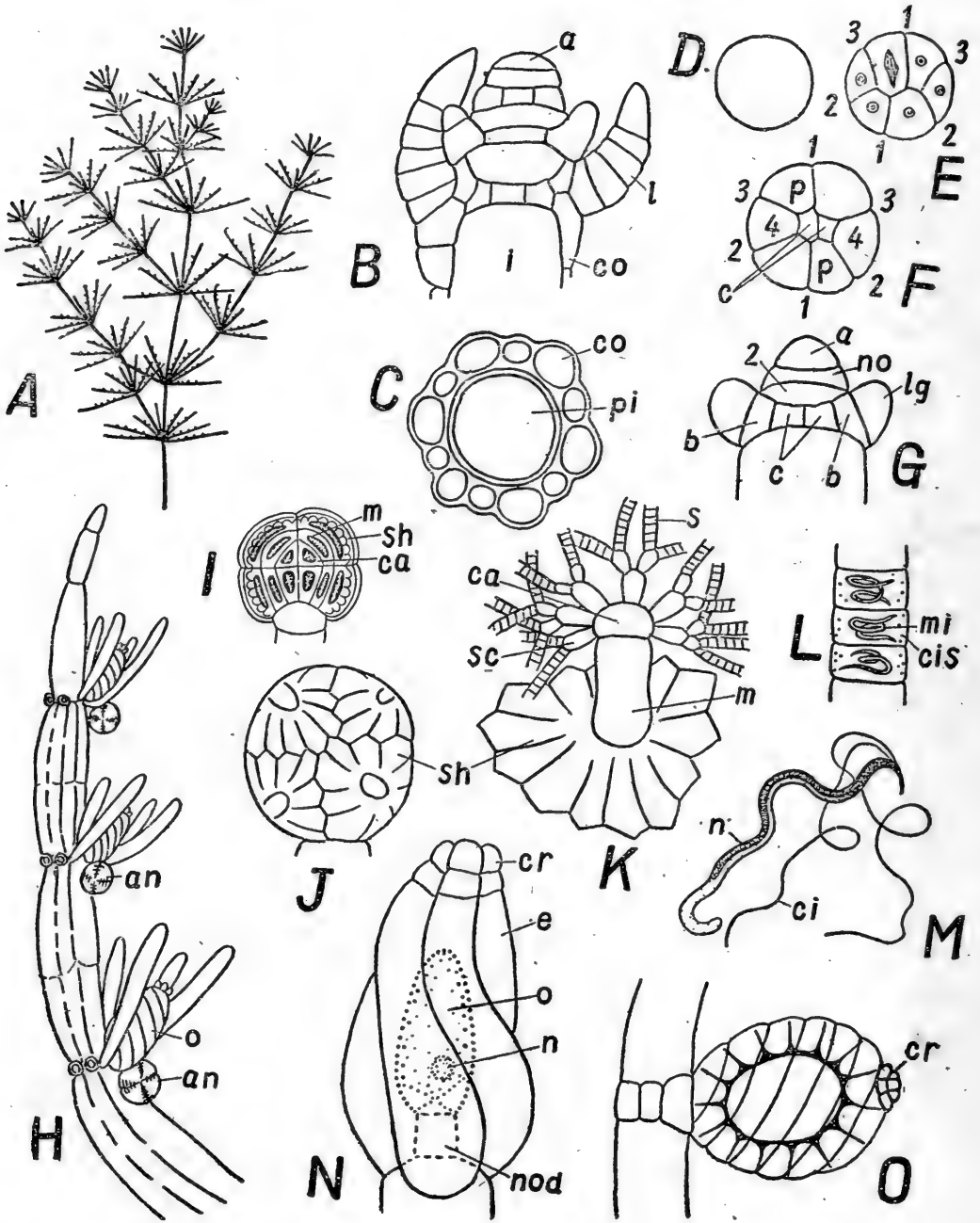


图 41. A. 輪藻; B. G. 莖的縱剖面; C—F. 莖的橫剖面; H. 側枝及其上的繁殖器官; I. 雄配子器的縱剖面; J. 雄配子器的外觀; K. 雄配子器的一部分放大; L. 雄配子器絲的一部分; M. 雄配子; N. 雌配子囊; O. 接合子。a. 頂端細胞; an. 雄配子器; b. 生枝細胞; c. 節中央細胞; ca. 頭細胞; ci. 纖毛; co. 皮層細胞; cr. 冠細胞; cis. 纖毛的橫斷面; e. 條狀細胞; i. 節間; lg. 側枝原始細胞; m. 盾柄細胞; mi. 雄配子; n. 細胞核; no. 節; nod. 節細胞; o. 雌配子細胞; p. 節周細胞; pi. 髓; s. 雄配子器絲; sc. 絲托細胞; sh. 盾細胞。數目字表示細胞分裂及細胞壁形成的次序。(仿 Fritsch 重繪)

的內側,發生1層纖維素的厚壁。此壁有很多凸起,呈黃褐色。同時,外圍的5條綫狀細胞和雌配子細胞相靠接的細胞壁,也吸收脂肪或硅質而加厚,且常吸收石灰質,以充滿細胞中。當接合子成熟時,圍繞在雌配子細胞外圍的條狀細胞中的葉綠體,變為紅色或黃色(圖41.0)。萌發
萌發之初,接合子內有1枚双倍($2N$)細胞核。萌發時,細胞核進行減數分裂及間接分裂成4枚单倍(N)細胞核。不久,發生1層橫細胞壁,將此細胞分為2枚。其中1枚細胞內有核1枚,另1枚細胞有核3枚,這枚含核3枚的細胞,不久即行退化。含核1枚的細胞,則向孢子壁外方凸出,不久縱裂為2枚細胞。其中1枚向下生長成假根。另1枚向前生長,繼續橫斷分裂,成為“原絲體”。由此向上發育直立的輪藻。

生長環境 輪藻分布很廣。據筆者所見,北京、江西、廈門、雲南都有產生,而昆明湖中滋生繁茂。大片湖底都被生滿。

綠藻綱提要

(1)綠藻導源于鞭毛類。從前以細胞壁的有、無等等作為區別,現今將多數鞭毛類歸入綠藻中,因此彼此的界綫不易分劃。(2)綠藻的共同特征是:細胞壁是由纖維素所組成的,光合作用的產物是淀粉,葉綠素與高等植物完全相同等點。(3)綠藻植物體的構造有單細胞游動種類、單細胞靜止種類、不定群體種類、球狀群體、單綫體、分枝綫體和薄壁組織體等等。(4)植物體的世代交替有单倍(N)植物體為主的,单、双倍植物體同樣發達的。(5)配子有同形和异形2種(如果將同形异形的也算作1種,那麼,就有3種)。而雌、雄配子有從同體進到异體的現象。(6)游動分子通常具絨毛2,4,6,8根,也有具多根,或者具假絨毛的。絨毛的長短必定相等,且指向一處。單細胞及群體的游動種類,常有眼點。(7)生長的环境可分陸生和水生,水生的又可分海水及淡水。(8)本書現在把綠藻分成9目。(9)團藻目大概由鞭毛類演化而來,是綠藻中的最下等而原始的種類,接合藻和綠球藻兩目,可能由此而出。(10)絲藻目是獨立的一支,與其他各目的關係似乎很少。(11)剛毛藻目可能由絲藻目及綠球藻目匯合而成。(12)膠毛藻目可能和現代高等植物的祖先同源。其植物體分化成匍匐及直立兩部分,今天的高等植物可能由此現象演化而來。(13)鞘藻是特殊的一支,但可能從膠毛藻目分出。(14)管藻似出于綠球藻,而卵菌(Oomycetes)可能由此而出。(15)輪藻目是綠藻中最具分化而獨立的一支。因為它沒有脫離綠藻的共同特性,所以仍舊放在本綱之中。最近有人將它另立一綱。

第四章 黃藻綱(XANTHOPHYCEAE)

本綱特征 本綱植物含葉黃素特別多，所以它的有色體都呈黃綠色。光合作用的產物是油類，而不是澱粉。通常無澱粉核。細胞壁通常是大小不同的2半體所組成，且富於果膠質的化合物。休眠時期，往往發生硅質孢膜。游動份子的前端，生有2根長短不同的絨毛。細胞中常有盤狀有色體。有性繁殖少見，偶有發生時，配子是同形的。此綱植物最下等的是單細胞，高等的是不分枝的綫條。多半生長於淡水中，海產的較少。

異鞭藻目(HETEROCHLORIDALES)

本目特征 這一目植物都是裸露的單細胞的。在其生活史中，有始終永遠自由游動的，或僅一部分時間游動的。繁殖方法多屬無性分裂，也有產生游動孢子的。

變形藻屬(*Chloramoeba*)

構造 全體柔軟而無定形，和變形蟲相似(圖 42. A)，但前端較為平闊。生2根絨毛。絨毛1長，1短。長的向旁側分出很多的細毛。體中有1個收縮泡，位於絨毛的基部附近。1個細胞核，居體的中央。2—6個盤狀有色體，黃綠色。光合作用的產物是油類及肝糖類的化合物，也有發現其有色體中有澱粉核的。

繁殖方法 變形藻只有無性繁殖。

繁殖時，1枚細胞縱裂成2枚，便成為2

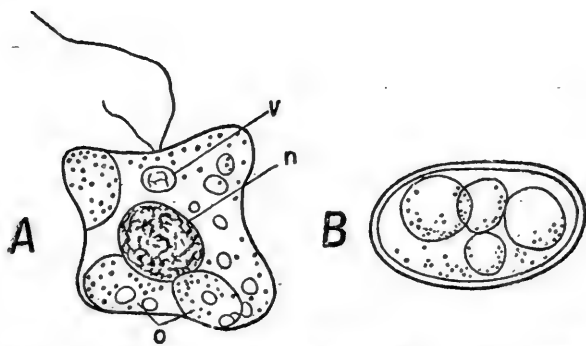


圖 42. A. 變形藻; B. 變形藻的胞囊。o. 葉綠體; n. 核; v. 收縮泡。

(自 Fritsch 仿 Bohlin 重繪)

個植物體。遇環境不良時，也有分泌厚殼，成為胞囊的(圖 42. B)。

生長環境 此藻多半生長在淡水中。

綠囊藻屬(*Chlorosaccus*)

構造 全體僅僅1枚單細胞。通常，每4枚細胞密集生長(圖 43. A)。外被膠質，成不定群體狀。有細胞的部分，膠質較多，所以向上隆起。無細胞的部分則較薄，略似下陷。細胞長圓形(圖 43. B)，有2到多枚側生黃綠色的有色體。1枚細胞核，居細胞中央。

繁殖方法 這屬藻沒有有性繁殖，通常專靠分裂來繁殖。分裂時，先縱裂為2，再橫斷為4。

由此, 1枚母细胞便分为4枚子细胞。此外, 也可产生游动孢子。游动孢子长圆形, 一端钝阔, 另端尖细。在尖细一端的末端, 有2根长短不齐的纤毛。体内含1枚细胞核及2到多个侧生有色体(图43. C)。游动孢子游泳后, 可收缩成1枚长圆的细胞。普通细胞也有膨胀成胞囊的。

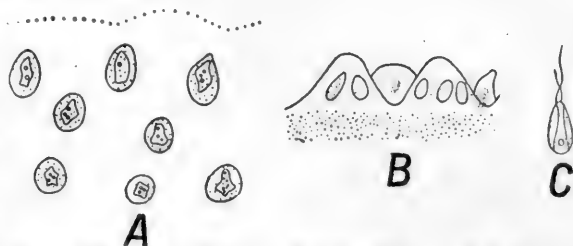


图43. 綠囊藻: A. 幼群体; B. 群体的一部分; C. 游动孢子。
(自 Fritsch 仿 Luther 重繪)

生长环境 这种藻多产于淡水, 附生在其他水生植物的枝叶上。

柄球藻属(*Mischococcus*)

构造 柄球藻是单细胞植物。细胞中, 通常有2个侧生有色体、1枚细胞核。平时静止, 细胞外有胶质柄, 以附着于他物(图44. A—E)。

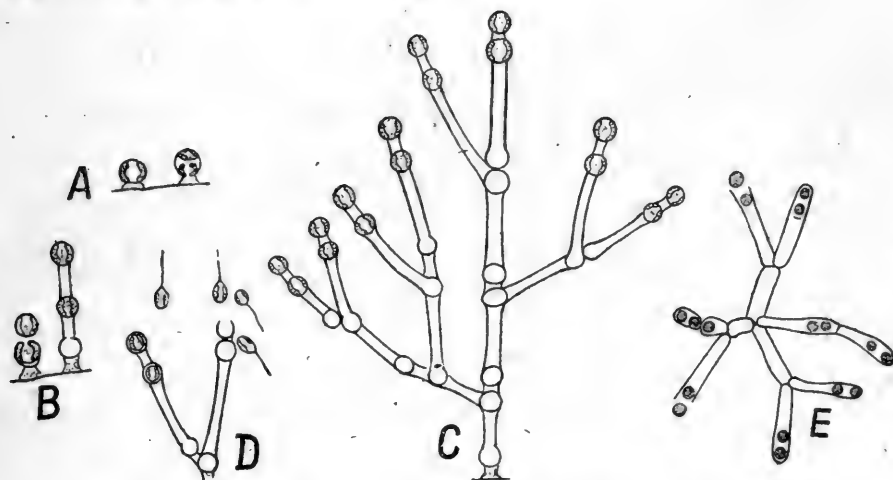


图44. 柄球藻: A—B. 幼期; C—E. 群体; D. 游动孢子的发生。(仿 Fritsch 重繪)

繁殖方法 细胞中产生1枚游动孢子, 形状和普通细胞相似, 而一端稍尖, 尖端生1根纤毛。游泳停止时, 附着他物。其后, 发生细胞壁及胶质柄, 就成了1个新植物体(图44. D)。或由1枚细胞自行分裂, 成为2枚。分裂后, 2枚细胞先后自行向上移动, 成为一行, 同时胶质的柄拉长, 甚至成1个空心筒。因细胞分裂的方向不同, 及胶质筒的通连不断, 而形成分枝的树状构造(图44. C—E)。

生长环境 此藻依附他物而生, 且仅能生长于有钙质的淡水中。

異球藻目(HETEROCOCCALES)

本目特征 本目藻类, 多数是单细胞植物。也有多细胞被胶质包围成一块的。营养体固定,

不能游泳。繁殖时，产生游动孢子。孢子通常具长短不齐的纤毛2根或1根。油类是光合作用的产物。本目藻类产生在海水及淡水中的都有。

异绿球藻属(*Chlorobotrys*)

构造 这属藻的构造和绿球藻相似，也是单细胞的。细胞核1枚，居中央。有色体侧生在周围(图45. A)。

繁殖方法 繁殖时，产生游动孢子。孢子长圆形，顶端生2根纤毛。或发生厚壳，成为胞囊(图45. B, C)。

生长环境 生长在沼泽泥潭之处。

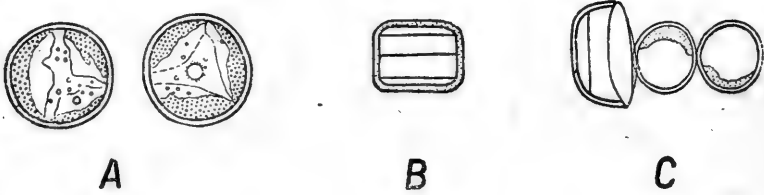


图45. 异绿球藻: A. 个体; B. 胞囊; C. 胞囊的萌发。(仿 Bohlin 重绘)

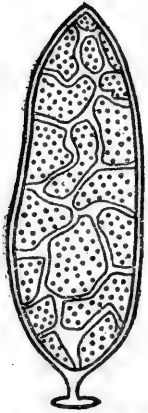


图46. 尖囊藻
(仿 Bohlin 重绘)

尖囊藻属(*Characiopsis*)

构造 尖囊藻全体成1个长形的囊(图46)。上部略尖，下部细长如柄。柄的基部扁平，有胶质，可以粘着他物。全体仅仅1枚单细胞，有几枚细胞核，几个叶绿体，分散体内。

繁殖方法 繁殖时，产生多个游动孢子。孢子圆形，前端尖小。尖端生1根纤毛，体内有2个侧生有色体。游动孢子成熟时，老细胞壁膨胀，终于破裂。

生长环境 水生，分布很广。

异绿藻目(HETEROTRICHIALES)

本目特征 这1目仅仅1属，植物体是不分枝的线状体。细胞可横分成2半个，常作H状。细胞中通常含1枚细胞核，但偶因种类的不同，也有含2个到几个核的。叶绿体侧生，数量少时，形状多不规则，多时则作盘状。也有单独存在，且含1枚淀粉核的。

黄丝藻属(*Tribonema*)

构造 植物体是不分枝的线状体。每个细胞中，含1枚细胞核，偶有1枚以上的。多个叶绿体，侧生，也有仅仅具1枚的(图47. A, B)。

繁殖方法 (1) 无性繁殖 (a) 每1枚母细胞产生1或2枚游动孢子。孢子形状不很规则, 略成长圆形, 顶端稍尖, 尖端之旁有1枚眼点。另一旁, 有2个收缩泡, 由此向外生长2根纤毛。纤毛1长, 1短。侧生在细胞周围的有色体, 占据孢子的下半部, 淀粉核附生其上(图47. D, E)。

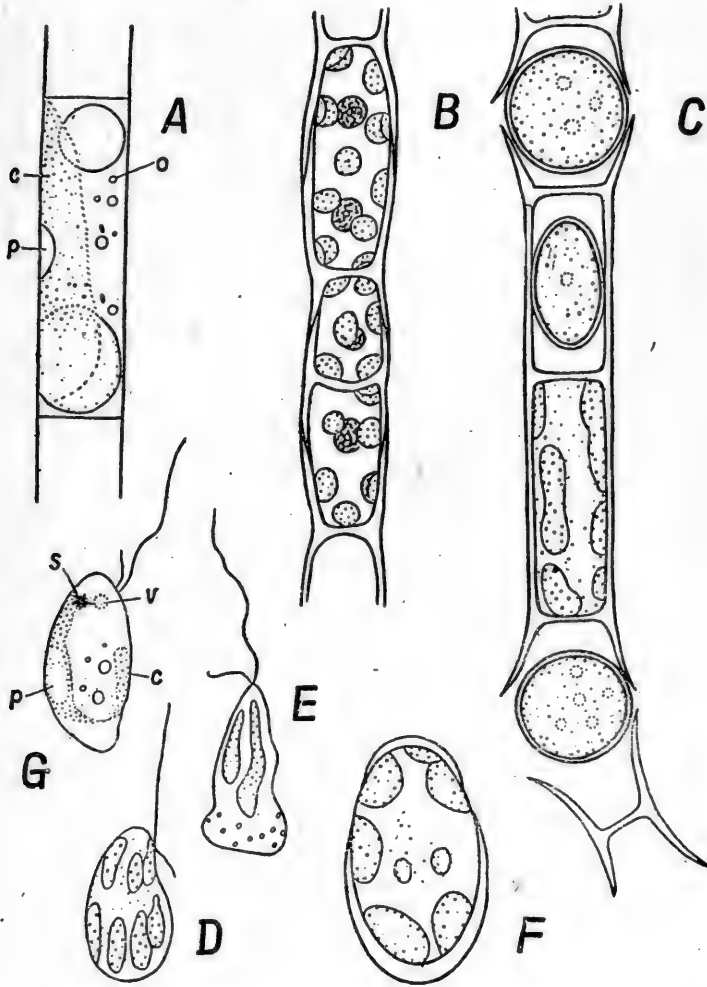


图47. 黄丝藻: A. *Tribonema pyrenigerum*; G. 游动孢子; B. *Tribonema bombycinum*; C. *Tribonemaminus* 的厚壁休眠孢子的形成; D. *Tribonema bombycinum* 的游动孢子; E. 游动孢子; F. 胞囊; G. 别样游动孢子。
c. 叶绿体; o. 油点; p. 淀粉核; s. 眼点; v. 收缩泡。(自 Fritsch 仿 Paster 及 West 重绘)

(b) 形成静孢子, 孢子壁是由不相等的2片所构成的(图47. F), 可以直接发育成新植物, 或1, 2个游动孢子。 (2) 有性繁殖 配子同形, 交配之先, 2配子中的1个先行停止活动, 继而膨大成圆球。此时, 另1个配子可以和它交配。接合子成圆球状(图47. C)。

生长环境 这种藻生长在淡水中。

異管藻目 (HETEROSIPHONALES)

本目特征 本目仅仅有气球藻一属, 它的特征就是这属的特征。

气球藻属 (*Botrydium*)

构造 全体分上、下两部分。上部分成梨形或圓球形 (图 48. A), 直徑 1—2 毫米。下部分成对分叉的假根伸进泥土中。細胞壁是纖維素所組成的, 常吸收石灰質, 分泌到細胞壁的外部。全体类似 1 枚大細胞, 中央有 1 枚大液泡, 細胞質及有色体与細胞壁相紧接。有色体 2 端尖細, 而中部膨大, 形状很象 1 个梭子。

繁殖方法 (1) 无性繁殖 (a) 这种藻生长在河畔泥滩上, 当水漲而全体被淹沒时, 则产生无性的游动孢子 (图 48. D)。孢子长卵圓形, 近頂端之处, 生有长短不同的 2 根纤毛。2 个有色体, 側生。无眼点。产生游动孢子时, 全藻球形的部分都可发生多数孢子。孢子成熟时, 球的頂端破裂成孔, 孢子从孔外出 (图 48. C)。(b) 水退时, 假根可以自行发生横隔壁, 成为多数細胞, 每 1 枚細胞成 1 个静孢子 (图 48. B)。或从假根的末端膨大成为胞囊。胞囊和静孢子都可以直接发育成新植物或游动孢子。(2) 有性繁殖 在球内产生同形配子, 配子倒梨形, 一端粗大, 另端尖細, 粗大的一端, 生有 2 根长短不齐的纤毛。配子的交配在母体内进行。交配时, 2 配子的尖端相对而交配。交配后, 膨大成为圓球, 直接发育成 1 新植物。

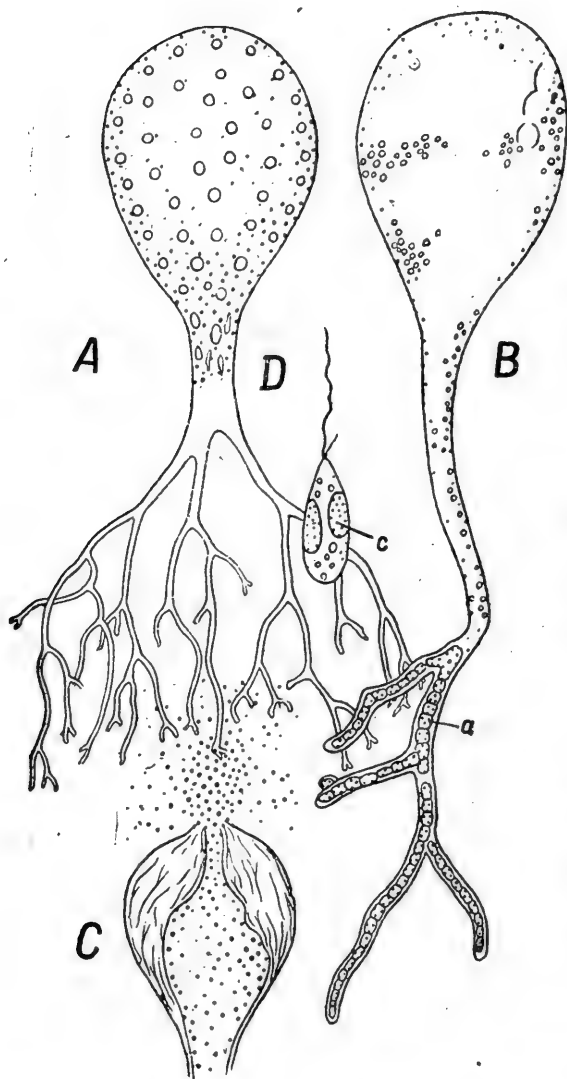
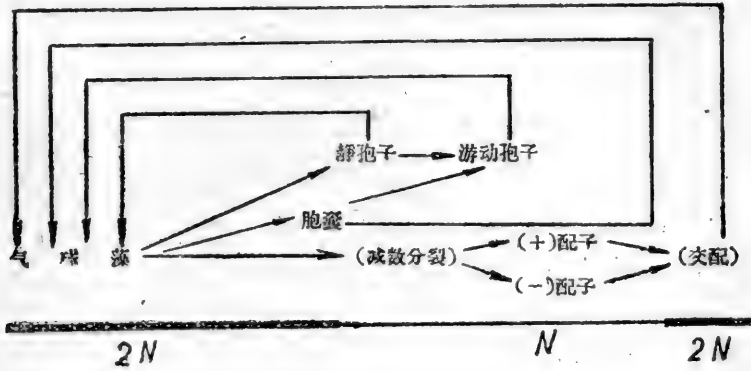


图 48. 气球藻: A. 营养体; B. 静孢子的形成; C. 孢子囊; D. 游动孢子。a. 静孢子。(自 Fritsch, A—D. 仿 Rostefinski 及 Woronin, C. 仿 Kolkwitz 重繪)

生长环境 生长于水旁泥滩上。笔者曾在北京北海一条水沟里采得, 另外也見到在厦門大学附近淡水池塘内年年发生。

气球藻生活史图表



黄藻綱提要

(1)黄藻不及綠藻那样有分化。(2)具有性繁殖的都产生同形配子,沒有异形配子。(3)光合作用的产物是油类,而不是淀粉。(4)有纤毛的,多半是2根,且长短不齐。(5)和綠藻是平行并进的支系,但它們进化的程度远不及綠藻。(6)黄藻含有特別多量的胡蘿卜素,以及光合作用的結果专产生油类而不产生淀粉等等特征,都可以証明和金藻及硅藻在演化上特別相近。

第五章 金藻綱(CHRYSOPHYCEAE)

本綱特征 叶綠体含棕褐或金黃色素,除普通叶綠素外,还含有1,2种藻金黃素。虽偶有类似淀粉核的顆粒,而从来没有淀粉的产生。光合作用的产物是脂肪等。这綱藻类多数沒有細胞壁及膜,但有纤毛;有細胞壁的則是由果胶质所組成的,而不是由纖維素所組成的。通常細胞中含1,2个側生有色体,1枚細胞核,染色体的发现也曾有記載。

这綱植物依照形状的不同,大致可分3目。

I. 金藻目(CHRYSOMONADALES)

II. 金球藻目(CHRYSOSPHERALES)

III. 金絲藻目(CHRYSOTRICHIALES)

这綱植物多数是鞭毛类,与其他藻类的关系比較疏远。現在略举1,2种作为代表。

金藻目(CHRYSOMONADALES)

金藻属(*Chromulina*)

构造 这1属藻类形状各各不同,但它們的頂端都有1根纤毛。纤毛的长度常常超过藻的全体(图49. A)。全体沒有細胞壁,是变形虫状的原生质团。收縮泡1,2个,在体的前部。常具眼点,有色体大而发达,側生,棕褐色,在体的后部,为数不多。通常有食物团集,結成小块。細胞核通常为1枚。

繁殖方法 繁殖方法簡單,从1枚細胞纵裂成2枚,就成了2个新体。分裂时,不論細胞的活动停止或不停止,都可以分裂(图49. B, C)。

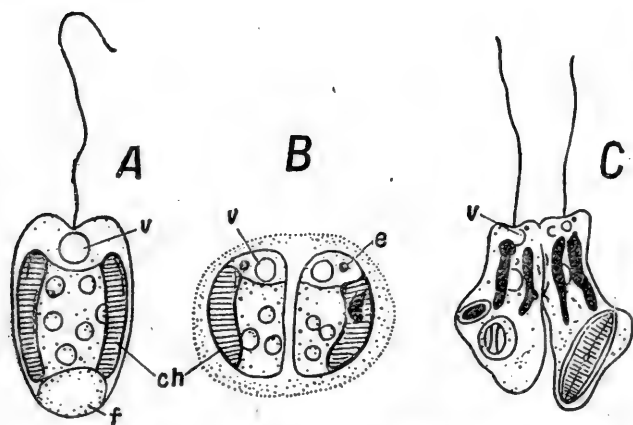


图49. 金藻: A. 个体的构造; B. 纵裂后的静止时期; C. 纵裂。
ch. 叶綠体; e. 眼点; f. 食物团; v. 收縮泡。(仿 Fritsch 重繪)

金藻綱提要

(1)这1綱藻类有从单細胞到群体,而进到树状的趋向。(2)細胞的构造,从变形虫状的原质团,进化到有細胞壁的。(3)游动細胞普通都有纤毛。(4)有色体通常側生,2个,体形大而发达,也有退化或者沒有的。(5)多数种类都属于鞭毛类,是动、植物2界的桥梁。

第六章 矽藻綱(BACILLARIOPHYCEAE)

本綱特征 有色体黃色或金褐色，通常发生类似淀粉核的顆粒。光合作用的产物是脂肪及渦紋淀粉。細胞壁是由掺杂多量矽質的果胶质所組成的。壁外往往发生胶质层，以包围着。本綱植物多数是单細胞的，也有成群体的。又因种类的不同而有产生于淡水、海水及陆地之別。其植物体通常都是孢子体，而不是配子体。

羽紋藻屬(*Pinnularia*)

构造 細胞杆状，兩端鈍圓。細胞壁是由样式相同、而大小不等的兩半个所合成，因此全体成一盒形(图 50. B, C)。盒的底、盖及边缘，一概俱全。細胞壁上有无数成条状排列的小孔，且有隆起的脊。細胞的兩端及中央又各有球状构造。在兩端的，叫做极球，在中部的是中央球。有色体普通是 2 枚，側生，黃色或金褐色。細胞核 1 枚，在細胞的中央(图 50. A, B)。

繁殖方法 (1) 无性繁殖 矽藻的种类既多，繁殖的方法也各有不同，略写一、两种，以供参考：(a) 普通細胞分裂 最先細胞核从中央逐渐移到細胞的一端，然后分裂成 2 个。每 1 个新細胞核分居細胞的一边，就是靠近細胞壁的一半(全細胞的壁分成兩半个)，原生质也依照細胞壁而纵裂成 2 团。有色体則各自横断成 2 个。此后依原生质分裂之处，发育相背的新細胞壁 2 半个，如此就成为两个新矽藻。每一个矽藻含有盒形的新、旧細胞壁各半个(图 50. I)，且新生的細胞壁必定比老細胞壁小一些，而套在老細胞壁之內。因此，細胞每分裂一次，新細胞必較老的更小。当分裂多次而体积过小时，則发育“复大孢子”(图 50. D, E) 以恢复其固有的体积。(b) 复大孢子的形成 复大孢子形成的方法很多，略述一、两种如下：(甲)矽藻的原生质体膨大成球，細胞壁被脹开而脱落。不久，原生质球的表面发生 1 膜，膜是由果胶与矽质所組成的，膜叫做“周带膜”。膜内发生新細胞壁 2 半个，成为 1 个新矽藻。此新植物体积的大小，和最大的矽藻相似。(乙)矽藻体积因分裂而逐渐变小，当小到极度之时，原生质体忽然膨大，且分成 2 团。每团含 1 个細胞核，自母細胞内外出。細胞核初居一边，这边便发生 1 层細胞壁，繼而又迁移到相对的另一边，便又发生另 1 层細胞壁，1 个新矽藻就这样长成了(图 50. F—H.)。(2) 有性繁殖 矽藻的有性繁殖法有报告的，也有多种，現在讲述一种以供参考：假设甲乙兩矽藻相遇，彼此分泌胶质，围成 1 团，且有一根胶质柄粘附在别的物体上，每 1 枚細胞行减数分裂，产生 2 枚配子。現在姑定每 1 枚細胞中的 2 枚配子是 1 正(+), 1 負(-)的。交配时，甲藻的(+)配子到乙藻中与(-)配子交配，同时乙藻中的(+)配子也到甲藻中和(-)配子交配，便都成了 1 个接合子(图 50. J—P)。萌发时，接合子产生 1 个复大孢子。从这个孢子再成新矽藻。

生长环境 矽藻种类繁多，分布也广，随着环境的不同，而种类也有不同。因此，有生在淡水、海水及陆地的分別。生在海水的，又因盐质的多少而种类有所变异，所以生态学者可以从各种矽藻的分布，来鉴定海水盐质的多少。矽藻对于人类沒有直接关系，它們本身也沒有經濟价

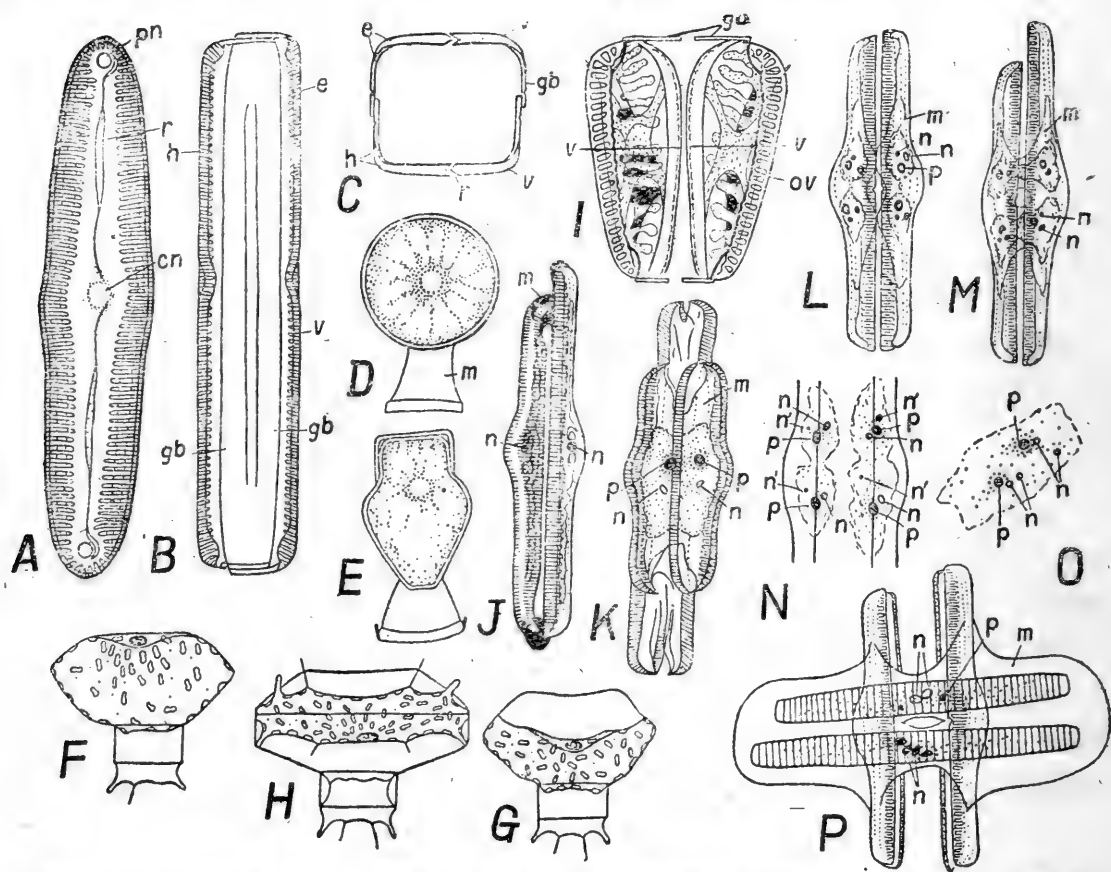


图 50. A—C. 羽紋藻; A. 瓣面; B. 腰帶面; C. 橫断面; D, E. 硅藻另种 (*Arachnodiscus*) 的复大孢子; D. 幼复大孢子; E. 脱出的原生质体; F—H. 硅藻另种 (*Biddulphia*) 复大孢子的形成; F. 原生质脱出母体; G. 第一瓣壁的形成; H. 第二瓣壁的形成; I. 硅藻另种 (*Surirella*) 的无性繁殖; J—P. 复大孢子形成的次序; J. 2 硅藻发生胶质互相粘合; K. 盒瓣松开原生质收缩; L. 2 配子的形成; M. 交配; N. 介于 K 与 L 间的时期; O. 较 K 略晚; P. 成熟的复大孢子。cn. 中央球; e. 上壳; gb. 腰带; h. 下壳; m. 胶质; n, n'. 细胞核; ov. 老瓣; p. 淀粉核; pn. 极球; r. 脊; v. 瓣。(A—C. 仿 Fritsch 重繪, D—E. 仿 Yendo 重繪, F—H. 仿 Bergon 重繪, I. 仿 Lanter Eorn 重繪, J—P. 仿 Klebahn 重繪)

值,但它們是魚类飼料的一种,这是值得我們注意的。另外硅藻細胞壁含硅質,不易腐爛,往往成为化石,称为硅藻土,可以用作煉糖的過濾物質及制造耐火磚,作填充料或絕热材料等工业用品,硅藻土在山东省多有发现。

硅藻綱提要

(1) 硅藻的外表与接合藻目或褐藻綱类似,因此前人曾經誤将它归在接合藻目或者甚至褐藻綱中。(2) 現在藻类学者认为,黄藻、硅藻与金藻确实是相近的,因为它们都有大量的胡萝卜素的黄色色素或棕色色素,且都不产生淀粉而产生油类,細胞壁多数是 2 半个所組成,并含有硅質等等特性都属相同。(3) 硅藻綱植物的植物体是孢子体 (2N) 而不是配子体,但与現代高等植物没有什么关系。

第七章 隐藻綱(CRYPTOPHYCEAE)

本綱特征 此綱藻类生于淡水及海水中,种类不多,也不很重要,且知道的有限,多半的是鞭毛类。有色体通常2个,大而侧生,多含深淡不等的棕褐色。有类似淀粉核的顆粒,但与有色体分离。淀粉及其他固体的碳水化合物,是其光合作用的产物。纤毛2根,长短不等。細胞核1个,伸縮泡各各不同,颇为复杂。

繁殖方法 多半靠細胞分裂,少有产生同形配子的。此綱植物,体形各异,有单細胞而无壁的,有因色素退化而营寄生的,有成不定群体的,也有成群体的。此藻共分2目。

I. 隐藻目(CRYPTOMONADALES)

II. 圓孢酵母目(CRYPTOCOCCALES)

隐藻目(CRYPTOMONADALES)

紅单胞藻属(*Rhodomonas*)

构造 单細胞,沒有壁。体型扁平,成不很規則的长圓形(图 51. A, B),前边一端凸出。体側有1条縫,縫从細胞的前端延长到細胞中部前后。纤毛2根,生在前端的斜面,毛根与縫相接近。細胞核生在細胞的后端。有1个淀粉核,在細胞的中央。1个液泡,在頂端凸出部分的下方。有色体多个,紅色。

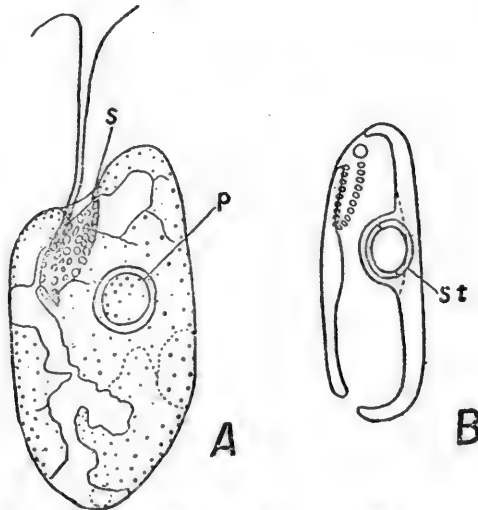


图 51. 紅单胞藻: A. 正面; B. 側面。p. 淀粉核; s. 眼点; st. 淀粉层。(仿 Zinnmermann 重繪)

隐藻綱提要

本綱植物除金藻、硅藻2綱外,与其他藻类没有什么关系。

第八章 橫裂甲藻綱(DINOPHYCEAE)

本綱特征 植物体成单細胞或綫形。細胞核 1 枚。有色体盘状。淀粉及油与脂肪是光合作用的产物。色素有棕、褐、深黃及其他顏色。細胞壁的构成物質是纖維素。2 根絨毛，通常 1 根在前端，1 根圍在中腰。休眠时发生胞囊。

光甲藻属(*Glenodinium*)

构造 单細胞(图 52)。細胞可分上、下 2 半个，中央部分縮小成腰，腰的上半部頂端，有 1 根向前、后游动的絨毛。腰部有圍繞的絨毛 1 根。上半部接近中腰之处，有 1 个心形眼点。有色体很多，散布体内。

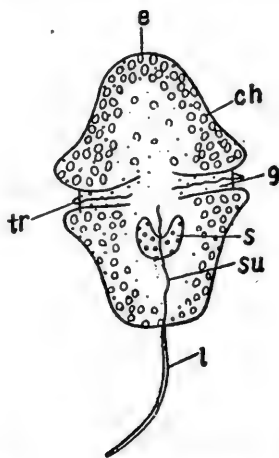


图 52. 光甲藻: *ch.* 叶绿体; *e.* 上瓣; *g.* 腰带; *l.* 纵纤毛; *s.* 眼点; *su.* 纵沟; *tr.* 横纤毛。
(仿 Schilling 重繪)

橫裂甲藻綱提要

这綱植物多半属于鞭毛类，且知道的不多，都不太重要。

第九章 綠单胞藻綱(CHLOROMONADINEAE)

本綱特征 这綱植物,种类很少,且知道的不太多。至今所知道的,仅仅少数特化的单細胞鞭毛类而已。这里拿最常見的液泡藻作为代表。

液泡藻属(*Vacuolaria*)

构造 細胞卵形或梨形(图 53. A—C)而略扁,且沒有細胞壁。后端圓,前端略尖,頂端略下

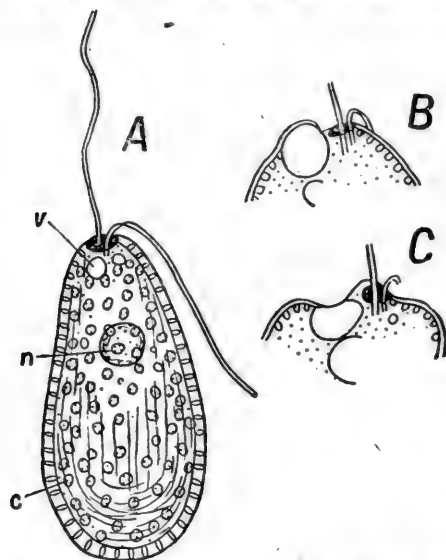


图 53. 液泡藻: A. 全体; B—C. 前端放大。c=叶绿体; n. 細胞核; v. 收縮泡。

(自 Fritsch 仿 Senn 重繪)

陷。2根纤毛,长短相同,从陷中生出。1根纤毛向前,1根向后而靠在腹面的縫中,全体徐徐旋轉前进。沒有眼点。盘状的有色体很多,鮮綠色,如果用硝酸去其过多的叶黄素,則呈藍綠色。脂肪是貯藏的养料。細胞核大而显明,在細胞的前半部。1,2个收縮泡,在細胞的前端。

繁殖方法 繁殖方法很简单,所发现的仅仅无性繁殖而已。繁殖时,細胞先行靜止及分泌胶质包围和保护全体,于是进行纵裂,就成了2个新体。也有发生濃厚的胶质层而成为胞囊的。

綠单胞藻綱提要

这綱植物,种类既少,与其他藻类的关系也不密切,因此,并不重要。

第十章 眼虫藻綱 (EUGLENINEAE)

本綱特征 眼虫藻綱植物，原来也属于鞭毛类，且认为是动物。現代藻类学者將它們改归为藻类，現在談談特征。这綱植物具純綠的叶綠体，有淀粉核狀的顆粒，貯藏的养料是和淀粉相似的多糖类物质，纤毛 1 到 2 根，液泡的构造頗为复杂。这綱植物在海水、淡水、潮湿的土地上都能生长。

眼虫藻属 (*Euglena*)

构造 单細胞，通常成紡錘形，而尾端比較尖細。体的外表有柔軟纖薄的角質层。角質层上或有斜紋。1 到 2 个收縮泡，在体的前端，1 到 3 根纤毛，生于前端。也有发生貯蓄泡的。通常有 1 枚眼点，在前端的旁边。1 个細胞核，在全体的中央。叶綠体成盘狀或者帶形，数量很多，排列成行(图 54. A)。

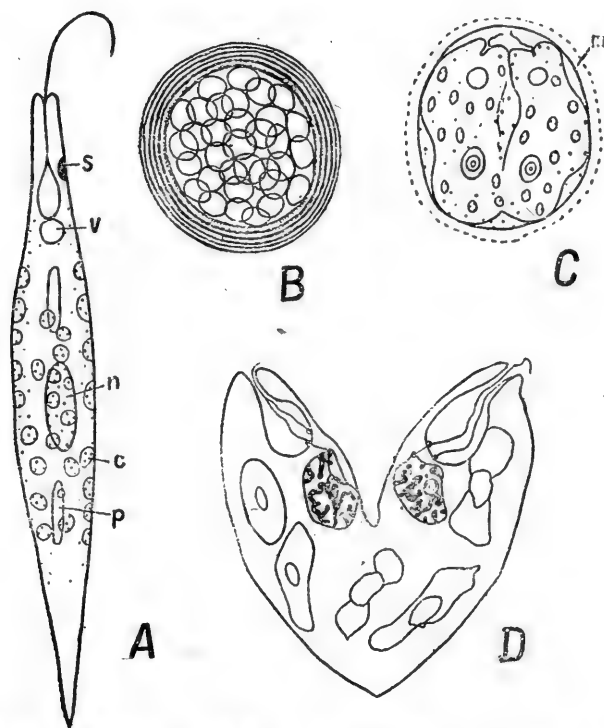


图 54. 眼虫藻: A. 眼虫藻的一种; B. 胞囊; C. 分裂时发生胶质; D. 分裂。c. 叶綠体; m. 胶质; n. 細胞核; s. 眼点; p. 眼虫淀粉; v. 收縮泡。(仿 Klebs 重繪)

繁殖方法 (1) 无性繁殖 眼虫藻的无性繁殖方法虽不止 1 种，但都很簡單。(a) 当細胞游泳时，就可縱裂成 2 枚(图 54. D)。(b) 細胞先膨成圓球，然后分裂，且发生胶质圍裹着(图 54. C)。(c) 在胶质团中細胞繼續分裂，成为靜止的不定群体狀的一些細胞。(d) 也有发生厚壁成为胞囊

的(图 54. B)。(2)有性繁殖 眼虫藻的有性繁殖法虽有报告,但尚未证实,是否正确还不知道,姑且附记在这里,以供参考。据说眼虫藻先产生同形配子,配子的形状象变形虫一样,交配后,成为接合子。接合子并不休眠,立刻分裂成为多数微小的个体。

生长环境 春夏季候,发生在淡水池沼里或者人、畜践踏的路旁,泥坑、积水也常常滋生。且分布普遍,到处都有。

眼虫藻綱提要

- (1)因为眼虫是动物学者所常用的名词,现在既然放在藻类,所以笔者用眼虫藻这个名词。
- (2)特性方面属于动物的,比较植物方面的多。(3)它们是鞭毛类的一支。(4)液泡及纤毛与绿单胞藻綱很相类似,它们彼此或有关系。(5)这綱植物很是下等。

第十一章 褐藻綱(PHAEOPHYCEAE)

本綱特征 本綱植物的植物体是多細胞的綫形体，或成薄壁組織狀的構造。也有的分化复杂，内部有組織的分化，外部有“莖”、“叶”的區別。有色体除普通的色素外，另含有棕色的岩藻黃素。在下等种类中，偶有发見与淀粉核相似的顆粒。光合作用的产物，普通是酒精及少量糖質与脂肪，和多糖类的褐藻淀粉。植物体发生岩藻囊，装儲排泄物质。游动孢子通常有2根側生的纤毛。游泳时，1根向前，1根向后。游动孢子囊及配子囊有1室与多室之別。

繁殖方法 有性繁殖与无性繁殖都有。配子从同形的，經過同形异积的，而进化到异形的。雌配子通常脫出雌配子囊之外，然后交配。接合子直接萌发。并不休眠。

生长环境 这綱藻类多数生长海水中，但也有产在淡水中的。褐藻类繁多，分类方法也有不同，年来藻类学家有主張依各植物单倍(N)与双倍($2N$)体的世代关系，而分为3大类，且叫做等世代綱(Isogeneratae)、不等世代綱(Heterogeneratae)及无孢子綱(Cyclosporaе)的[Smith d 1948]。也有主張仍不另設綱，而分为9目的[Fritsch b 1945]。現在參取两种不同的意見，摘取其重要而有关演化的各目，分述如下：

水云目(ECTOCARPALES)

本目特征 本目植物种类繁多，其单倍(N)与双倍($2N$)植物体完全分开，且彼此很相类似。植物体成单行細胞或多行細胞的綫形体，也有成薄壁組織狀的。植物体直立或不直立。細胞的分裂是居間分裂。孢子体有的仅仅产生单室孢子囊，也有产生单室、多室两种的。減数分裂仅限于在单室孢子囊中进行。無論单倍或双倍植物体所产生的多室孢子囊，其原生質体虽分裂，而不是減数分裂。因此，生长在单倍植物体的是配子囊，它所产生的是配子。而生长在双倍体的是游动孢子囊，它所产生的是双倍体的游动孢子。

水云属(Ectocarpus)

构造 全体是分枝的綫形体，分直立和匍匐两部分。匍匐枝的細胞成单行排列，分枝不很規則，枝各成为假根狀，且常常伸长进到基部里面去。直立部分分枝繁多，枝条是假对分的，它的細胞也成单行。枝端成毛狀或比較尖細(图 55. A)。常有假根狀的枝条，自上而下圍繞生长于主枝的四周，成为假皮层狀的構造。配子与孢子2植物体的形式、体积都极相似。**細胞构造** 每枚細胞中含1枚細胞核。叶綠体碟狀，或帶形，側生，也有的分裂成网状。細胞分裂是居間分裂。**繁殖器官** 繁殖器官普通生在短形側枝的梢头。孢子体植物生长单室頂生的孢子囊及类似配子囊的多室孢子囊。配子体植物生长多行細胞的多室配子囊。配子同形或异形(同形异积)，配子

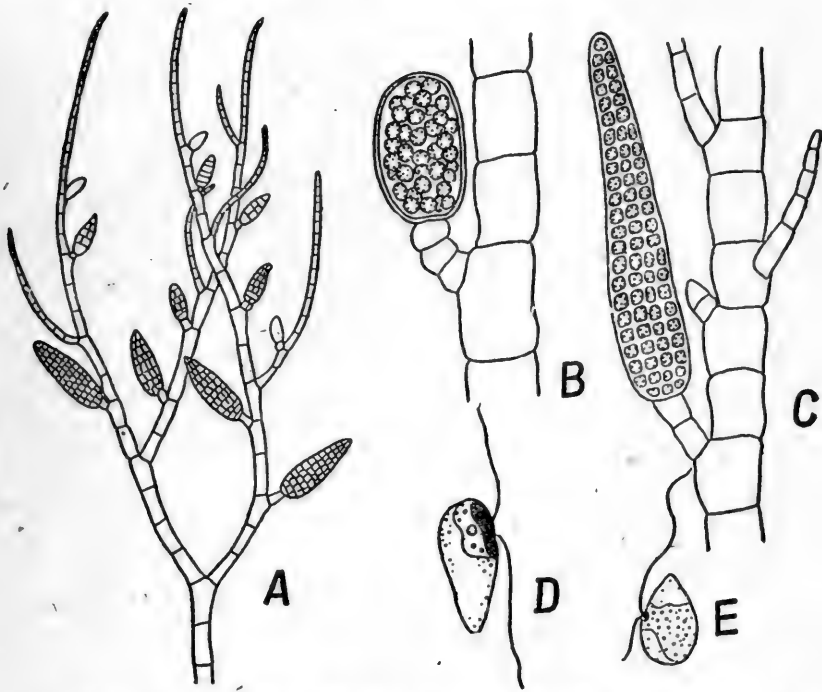


图 55. 水云: A. 植物体的一部分; B. 孢子囊; C. 配子囊; D. 游动孢子; E. 配子。

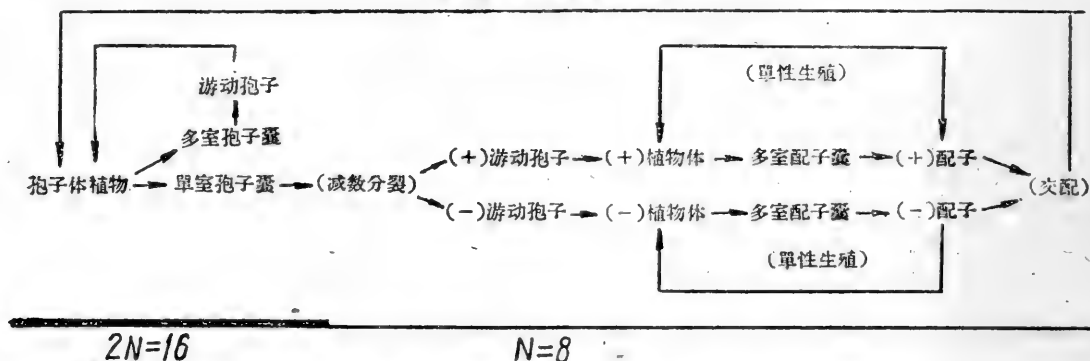
(A. 临实物标本, B—E. 仿 Coulter 重绘)

成熟时从配子囊顶端所开的孔穴出外。

繁殖方法 (1)配子体植物的繁殖 水云的植物体, 普通分成孢子体及配子体两种。而配子体又可分为雌、雄配子植物体, 因为雌、雄配子是异体而生的。繁殖之时, 在孢子体植物侧枝的末端, 发生球状单细胞的孢子囊(图 55. B)。囊中的原生质体经减数分裂后, 产生游动孢子。游动孢子长卵圆形(图 55. D), 一端较钝, 他端较尖, 有色体生在钝端, 侧面生 2 根纤毛, 各指向孢子的一端。游动孢子休眠后, 萌发成 1 个新植物, 这个新植物的外形与孢子体的母体水云完全相似, 不过染色体的数目是(N), 而不是($2N$), 因此是配子体植物。由此植物生长配子囊(图 55. C)。配子囊长形, 顶端略为尖细, 基部较为粗钝, 内分多室, 室小而形方, 每室产生 1 枚配子(图 55. E)。同一个植物体产生的配子, 不能交配, 因为(+)及(-)配子是异体而生的。不同性的配子交配后, 成为接合子, 由此直接发育成 1 个新植物体, 这个植物是孢子体($2N$)。配子不经交配, 也可自行发育成新植物。这种现象叫做单性生殖。(2)孢子体植物的繁殖 孢子体植物, 除象以上所述, 发生单室孢子囊, 产生单倍(N)游动孢子而外, 也能生长与配子囊相同而多室的孢子囊, 它的原生质体不行减数分裂而分化成孢子体性质的游动孢子($2N$)。从这种游动孢子所萌发的新植物, 也是孢子体, 而不是配子体。现在用长囊水云(*Ectocarpus siliculosus*)为例, 以表明水云的生活史(这种水云的配子体的染色体是 8 枚, 孢子体是 16 枚)。

生长环境 水云种类繁多, 产地各异, 通常生长在较冷的海水中, 但也有生在温暖的海中的。而长囊水云(*E. siliculosus*)的配子植物体则附生在他种褐藻(例如, *Chordaria*)上。

长囊水云生活史图表



馬鞭藻目 (CUTLERIALES)

本目特征 本目植物的孢子和配子 2 种植物体也完全分开,但其形式并不完全相似。是单、双 2 倍植物体, 向不等体形演化的开端。配子体植物具多行細胞的綫条体。其生长分裂是基部生长。孢子体植物生长的单室孢子囊产生游动孢子。配子体植物生长多室配子囊。雌、雄配子虽是同形,而体积的大小不同,但也称为异形配子。

馬鞭藻属 (*Cutleria*)

构造 馬鞭藻的植物体也分配子体与孢子体,而配子又須遇着异体产生的方能配合。孢子

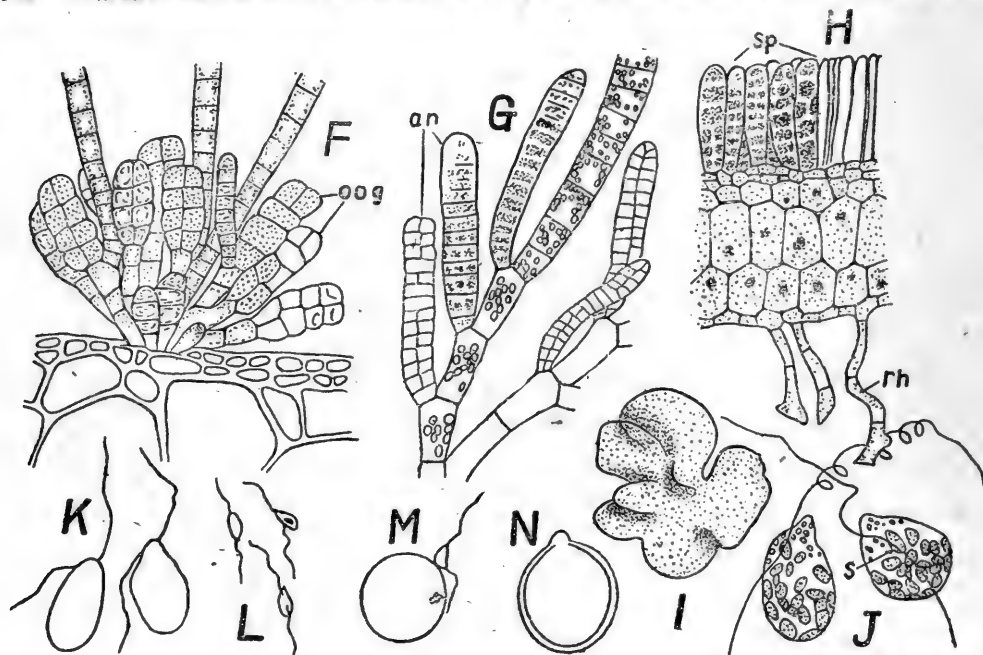


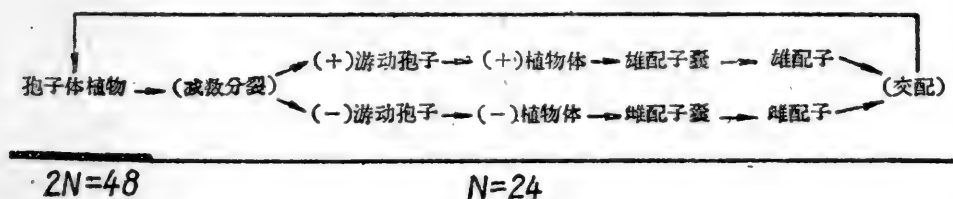
图 56. 馬鞭藻: F. 配子植物体切面及雌配子囊群; G. 雄配子囊核; H. 孢子植物体的切面, 表示孢子囊及假根; I. 孢子植物体的外形; J. 游动孢子; K. 雌配子; L. 雄配子; M. 交配; N. 交配后期。an. 雄配子囊; oog. 雌配子囊; s. 眼点; sp. 孢子囊; rh. 假根。(F. 仿 Thuret 及 Bornet, G. 仿 Thuret, H—J. 仿 Kückuck, K—N. 仿山内秀雄, 都重繪)

体形,如断柄而倒复的荷叶(图 56. I)。断柄之处有稍为隆起的小柱。全体細胞是 3,4 层。上、下层是表皮(图 56. H),假根从下表皮生出,孢子囊密生在上表皮之外,排列整齐。配子体是扁平长条而分叉的,或者是不規則的扁平体,但下部分都有柄,附着在他物的基部。雄配子植物体上生长长形而較尖的雄配子囊,这种囊是多室的(图 56. G),每室产生 1 枚雄配子。雌配子植物体上生长雌配子囊,雌囊較雄配子囊为粗鈍,也分多室(图 56. F),每室产生 1 枚雌配子。雌、雄配子体积的大小虽有不同,而形状却很相似,都是卵圆形,而有 2 根側生的纤毛(图 56. K, L)。但交配之前,雌配子的纤毛先行收缩,全体成圆球形,然后交配。

繁殖方法 馬鞭藻孢子体($2N$)的染色体的数目是 48,而配子体的(N)是 24。(1)无性繁殖植物的雌、雄配子交配后(图 56. M, N)成为接合子($2N$)。由此直接发育 1 荷叶状的孢子植物体($2N$)(图 56. I)。孢子囊密生在孢子植物体(图 56. H)的表面,囊中初含 1 个($2N$)的細胞核,分裂 3 次后,成为 8 个,纵裂为 2 行,每 1 个細胞核与包围的細胞质組成 1 个游动孢子(图 56. J)。孢子是配子体(N),因孢子囊中細胞核分裂到第 2 次(4 个)时,是减数分裂。(2)有性繁殖 游动孢子萌发,又分化为配子体植物,由此产生雌、雄配子。

生长环境 生于海水中。

馬鞭藻生活史图表



昆布目(LAMINARIALES)

本目特征 属于这一目的藻类,通常具有巨大的孢子植物体,而且分化非常繁复。配子体植物则与孢子体恰巧相反,都是些微小简单的綫形体。因此,这一目可以列为不等世代綱(Heterogeneratae)。昆布目植物的孢子体,通常分化成筒状的杆、假根和叶状的带片。細胞分裂限于带条与柄之間,是居間生长。无性繁殖时,在孢子体植物叶状带条表面发生的子囊群的孢子囊中,产生单倍(N)的游动孢子。由此萌发成雌、雄配子体植物。有性繁殖时,雌、雄配子植物上,分别生长雌、雄配子囊,雌、雄配子囊中各产生 1 枚配子,配子是卵式而异形的。

昆布属(Laminaria)

构造 孢子植物体很巨大,长到 2—3 米(图 57. A)。植物最下的部分是假根,假根有附着作用。假根之上有杆,或称柄,杆圓形,杆的上面有扁平而狭长的叶状带片,在“叶”的基部有生长組織。杆的細胞很有分化,在周圍的分化成光合作用的“皮层”組織,中央部分发育成为貯藏的髓部

組織,有些是長形細胞,其兩端有小孔和維管植物的篩管細胞相似。帶片的面部發生小圓塊的凸起,凸起之中叢生單細胞的孢子囊及綫狀體的隔絲細胞。每1枚隔絲細胞的頂端有胶质冠(圖57. B)。雌、雄配子囊由不同的配子植物體發生。昆布的雄配子體是不規則的,分成若干單細胞的綫狀體,雄配子囊生在雄配子植物體之旁,它的前端比較透明些。雌配子植物體通常只有幾個細胞,其中1枚發育成雌配子囊(圖57. C—E)。

繁殖方法 (1)無性繁殖 由孢子體植物的孢子囊中,產生32或64枚(N)游動孢子,游動孢子的形狀很小,在其側面具有2根絨毛。游動孢子發育成雌、雄配子植物體。(2)有性繁殖 由雄配子植物體生長雄配子囊,每1囊產生1枚有2根絨毛的雄配子。(圖57. D)。另由雌配子

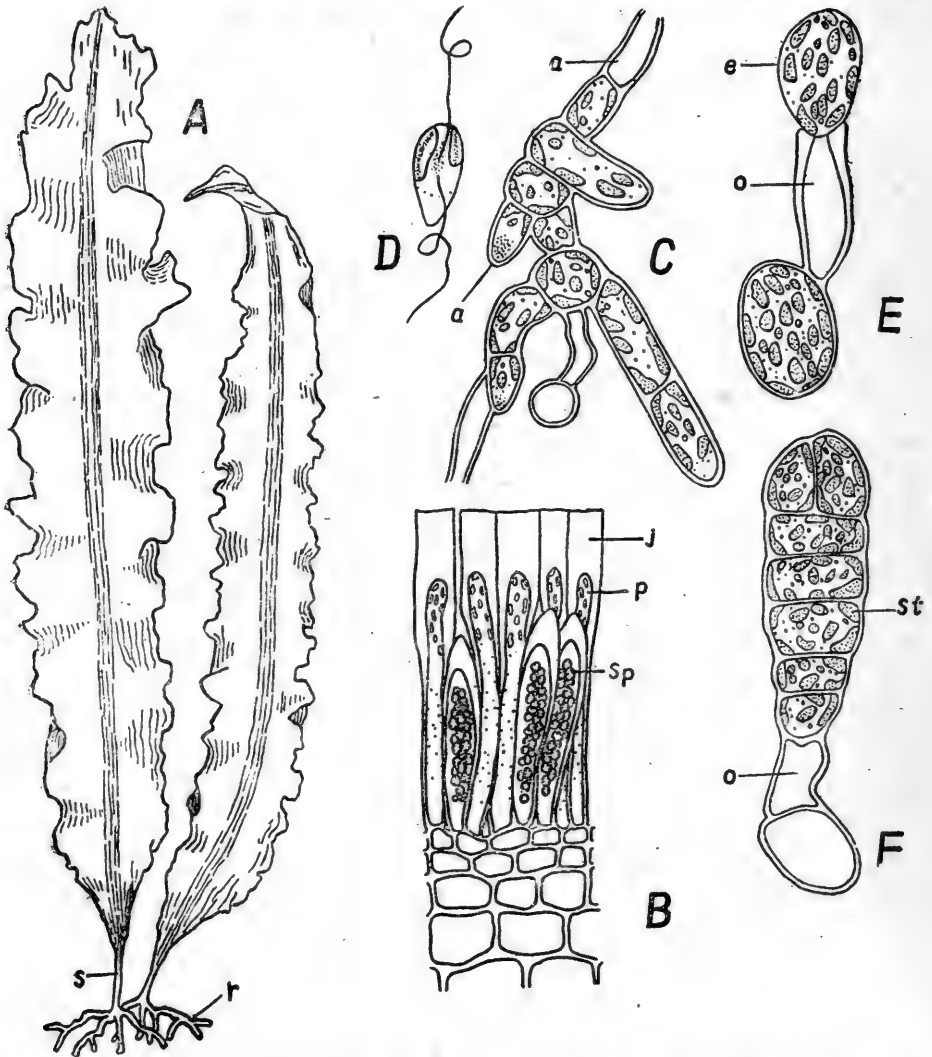
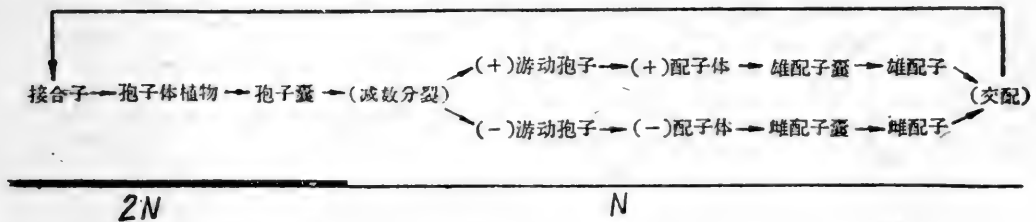


圖57. 海帶: A. 孢子植物體; B. 孢子體的切面,表示孢子囊、隔絲及胶质冠; C. 雄配子植物體及雄配子囊; D. 雄配子; E. 雌配子體; F. 幼孢子體。a. 雄配子囊; e. 雌配子; j. 胶质冠; o. 雌配子囊; p. 隔絲; r. 假根; s. 柄; sp. 孢子囊; st. 幼孢子體。(A. 采自烟台, B. 胎切片, C—E. 自 Haupt 仿 Kanda 重繪)

植物体产生的卵形細胞,就是雌配子囊,囊中产生1枚圓形而不能游动的雌配子。成熟时,雌配子囊的頂端发育成1个孔穴,雌配子从这个孔穴出外,但仍与囊粘連而不远离(图 57. E)。雌、雄配子交配后,成为接合子。萌发 接合子細胞渐渐长大,且逐渐横断分裂为几枚細胞(图 57. F)。其最下的細胞,渐渐延长,向下生长,成为假根。上端的細胞,渐由横断而纵裂,分化成柄及叶状带片。

生长环境 昆布多生在比較清凉的海水中,日本沿海多有产生。东方人用作食品,我国海味中的海带(*Laminaria japonica*)就是其中的一种。烟台有試驗場,专门养殖海带。青島中国科学院海洋生物研究室用人工培育幼苗,試驗繁殖栽培,得到成功。而最近浙江、福建这些比較温暖的南方沿海省份,也正在紛紛地栽培推广之中,已經証实了非但生长良好,而且产量丰富。同时証明植物生长的环境是可以用人工来改变的。

昆布生活史表图



繩藻属(*Chorda*)

构造 繩藻的孢子体不分枝,黄褐色,成細长条状体。基部有假根,条状体内部构造是多細胞的薄壁組織,且因中央的細胞較小,周圍的較大,而有“皮层”与“髓部”的分別。繩藻的分生組織也是在基部的,孢子囊丛生于“表皮”之外,有很多隔絲。配子体与昆布相似,也是簡單的綫体,雄配子植物体分枝特盛。其他关于生活史方面都和昆布相仿佛。

生长环境 繩藻生长环境和昆布相同,可供食用,也可以代茶,在山东烟台、青島和福建厦門等处,都有产生。

囊根藻属(*Saccorhiza*)

构造 植物体的下部分有膨大的球,球上有杆,最上有平面开展的叶状体,叶的边緣有深淺不等的缺刻(图 58. D)。

它的世代交替都与昆布完全类似,生长环境也是比較冷凉的海水。

其他大型种类: 褐藻中巨型而有分化的种类,除囊根藻之外,还有很多,象: 产于南冰洋的巨藻属(*Macrocystis*),它的假根附着在岩石上,叶部浮在水面,长达100多米(图 58. B)。海棕櫚属(*Postelsia*)植物的体积巨大,且有分化,下有分枝的假根,中有粗大直立的基干,上有条状丛生的“叶片”(图 58. A)。海蕨属(*Neurocystis*)除假根及“叶”与海棕櫚相似外,其基部发育成为細长柔軟的长条。而頂端膨大成1大球,球上丛生条状“叶片”(图 58. C)。这些都是著名的。

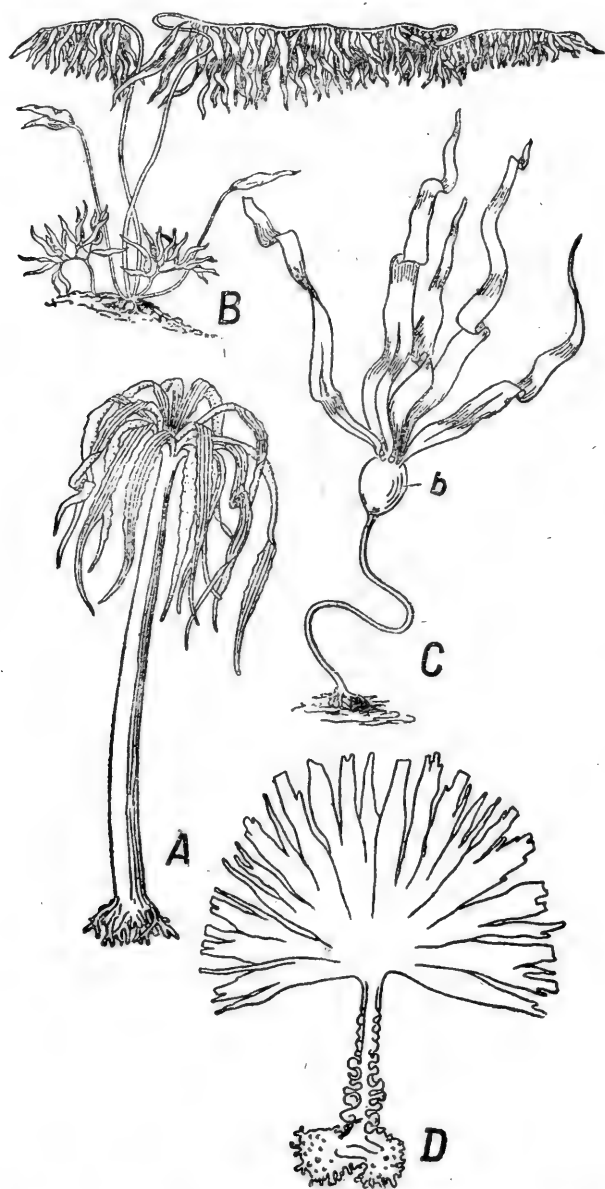


图 58. A. 海棕櫚; B. 巨藻; C. 海葉青; D. 藻根藻。b. 气囊。(A. C. 仿 Coulter, B. 仿 Hooker 及 Harvey, D. 仿 Sauvageau, 重繪)

黑頂藻目 (SPHACELARIALES)

本目特征 本目藻類是等世代交替的。植物体很明显地分化成匍匐与直立两部分，并分化成薄壁組織的构造。它和昆布等目最大的不同，即分生部分不是基部細胞，而限于頂端細胞进

行頂端分生生长。有色体通常盘状,每1細胞含有多枚。无性繁殖时,产生单室游动孢子囊,且有产生无性繁殖体的(芽体)。有性繁殖时,发生多室配子囊。配子囊有杆,生于枝梢。配子同形或异形(同形异积)。

黑頂藻属(*Sphacelaria*)

构造 植物体直立,多管式。分枝繁多,枝圓筒形。枝端有1枚分生的生长細胞。

繁殖方法 (1)无性繁殖 (a)小枝基部发生离层組織,特化成无性繁殖体,或称芽体。(b)发生单室游动孢子囊,产生游动孢子。(2)有性繁殖 有性繁殖时,发生多室配子囊,产生同形或异形(同形异积)的配子。其他关于繁殖方法及生活史方面,都和水云目相仿佛。

生长环境 这属藻类生长在南、北两半球海水中。

网地藻目(DICTYOTALES)

本目特征 植物体褐色,成略具分化的薄壁組織状构造,枝条常常对分。生长是頂端分生生长。无性繁殖时,发生单室孢子囊,产生不能游动的四分孢子。有性繁殖时,产生异性配子,且雌配子是卵形的。这目藻类是等世代交替的,配子与孢子2植物体都相似而没有分別。

网地藻属(*Dictyota*)

构造 (a)孢子体 网地藻的孢子植物体分化成假根、“莖”及“叶”3部分。全体扁狭,呈带形,分枝繁多。分枝时,都是对分的(图 59. A, I—M)。叶面生长孢子囊,每1个孢子囊中,最初有孢母細胞1枚,經减数分裂后,成为四分孢子(图 59. N, B—E),此种孢子都不能自行游动。每1枚四分孢子所分化的4枚孢子,其中2枚是雄性的,2枚是雌性的。雄性的发生雄性配子植物体,雌性的发生雌配子植物体。(b)配子体 配子植物体是无甚分化的原叶体,雌、雄配子异体而生。在雄配子体的表面,有鼓起的团。每团之中,有丛生的雄配子囊(100—200枚)。每1囊内有雄配子很多(約1,500枚)(图 59. P)。雄配子梨形。体积极为纤小,細胞核在后端,眼点在前,纤毛1根(图 59. R)从眼点的旁边长出而指向体前。也有人說,有长短纤毛2根的,但未能証实。雌配子囊生于雌配子植物体的表面,其形状与雄配子囊相似,也是丛生的(25—50枚为1丛),但細胞較大而已(图 59. O)。每1枚雌配子囊内,产生雌配子1枚。雌配子圓形,体积很大(图 59. Q)。成熟时,由囊内脱出于水中,这是和鹿角菜目相似之处。

繁殖方法 (1)无性繁殖 网地藻的无性繁殖方法,就象以上所述。孢子植物体产生四分孢子,从这种孢子发育成有性的配子体植物。(2)有性繁殖 由配子体植物发生雌、雄配子囊,分別产生雌、雄配子,配子在水中交配,成为接合子。由接合子直接分化,成1个孢子体的新植物。

生长环境 网地藻目植物产于热带及温带的居多,日本北海道、挪威沿海,生产的亦不少。我国山东沿海象青島、烟台,河北省的北戴河,福建厦門,都有发现。

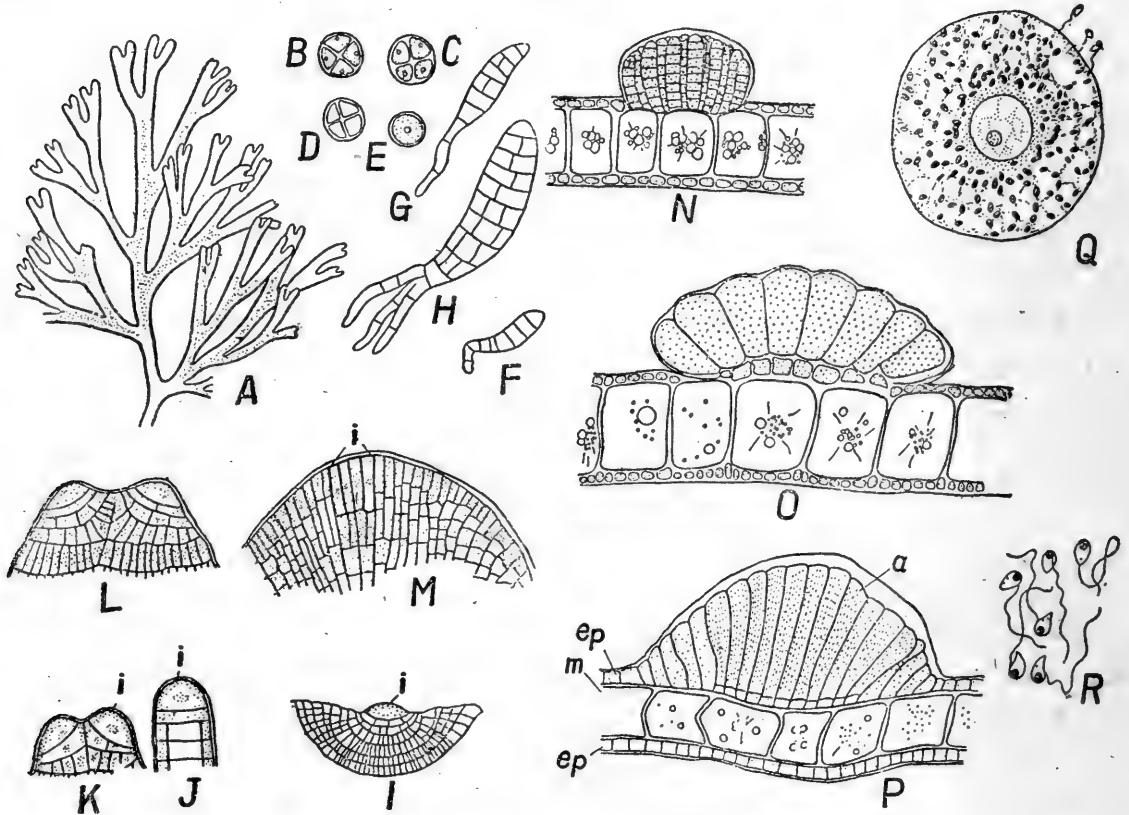
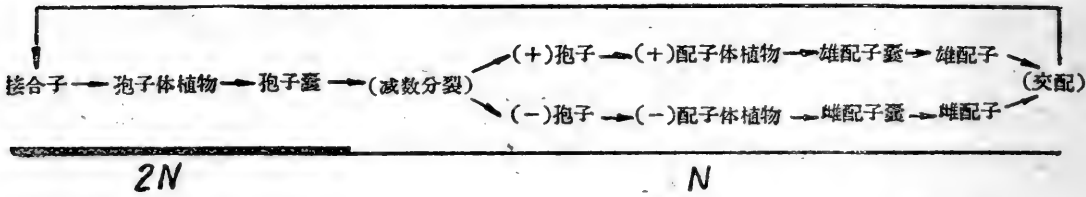


图 59. 網地藻: A. 一部分的孢子植物体; B-E. 从四分孢子到孢子; F-H. 四分孢子萌发的幼苗; I-M. 頂端細胞; N. 植物体切面和孢子囊群; O. 雌配子囊; P. 雄配子囊; Q. 雌配子及交配; R. 雄配子。a. 雄配子囊; ep. 表皮細胞; i. 分生細胞; m. 植物体的中部細胞。(A-H. 仿 Dangeard, I-M. 仿 Reinke, N-O. 仿 Thuret 及 Bornet, P. 仿 Reinke, Q-R. 仿 Williams, 重繪)

網地藻生活史图表



鹿角菜目(FUCALES)

本目特征 本目藻类的植物体都是多年生的孢子体,有分化,成薄壁組織狀的扁平或筒形构造;分枝是二叉式的,枝向一方面生长,或向四方辐射生长。全枝的分生,限于1枚頂端生长細胞。枝有分为繁殖枝与营养枝两种的(第一編卷首图)。繁殖枝当繁殖之后,全枝或一部分自行

退化。繁殖器官 生在特殊构造的生殖窠中,生殖窠生于枝端膨大的托中。雌、雄配子同体或异体。配子囊中細胞核第一次分裂时是减数分裂。雌配子囊含 8 枚細胞核,形成 1, 2, 4 或 8 枚单細胞核的卵形雌配子。雄配子囊中产生雄配子 64 或 128 枚。雌、雄配子脱离母体后,于海水中交配,并直接萌发成 1 个双倍($2N$)的新植物体。本目植物没有发生无性繁殖的,且不产生孢子。除配子之外,并没有单倍(N)的植物体。

墨角藻属(*Fucus*)

构造 墨角藻附着海岸岩石而生。基部有盘状体,作为附着之用。基部之上是扁平成带形的条片,带的宽狭与普通打字机所用的带相似,且可連續分枝。分枝时,绝对平均对分成两枝。且全植物体成为一平面,每枝的末端有膨大的托(图 60. A)。托上滿生小孔,小孔之内是生殖窠(图 60. B—C),小孔就是它的口。雄配子囊与雌配子囊同生一窠,或不在一窠。窠中生隔絲甚

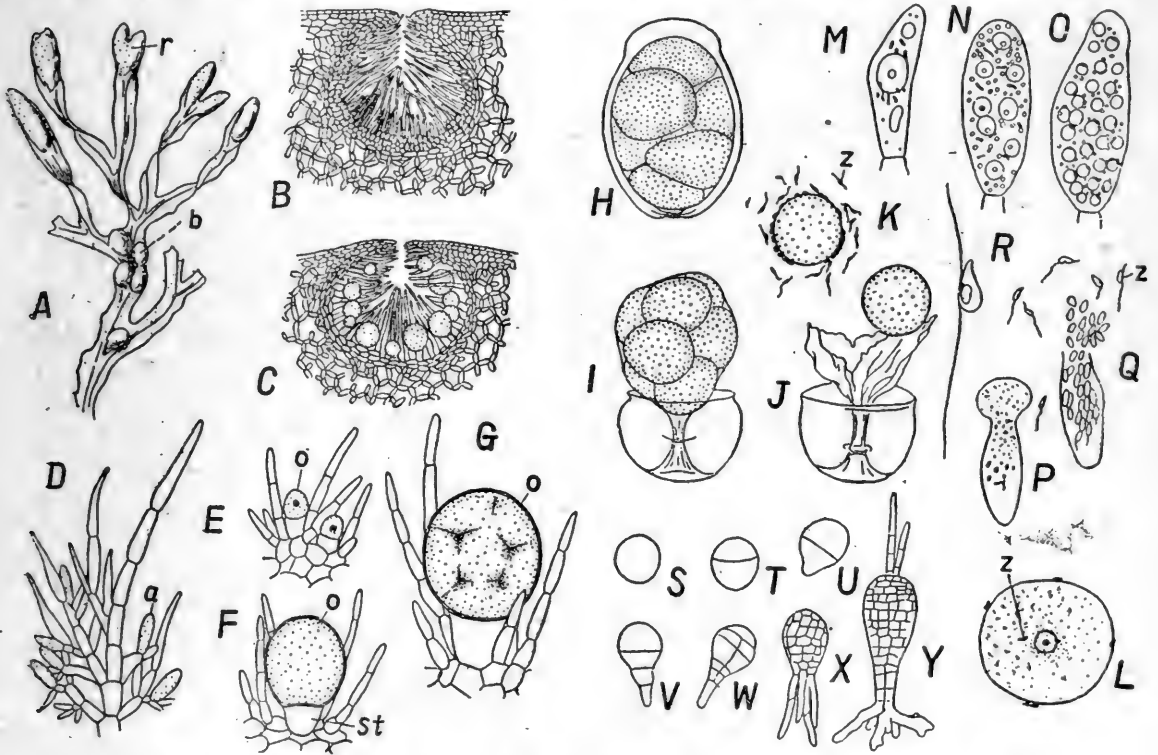


图 60. 墨角藻: A. 植物体的一部分; B. 雄配子生殖窠; C. 雌配子生殖窠; D. 雄配子囊枝; E. 雌配子囊; F. G. 雌配子的形成; H-J. 雌配子的发育; K-L. 交配; M-Q. 雄配子形成; R. 放大的雄配子; S-Y. 接合子的萌发。a. 雄配子囊; b. 气囊; o. 雌配子囊; r. 托; st. 囊柄; z. 雄配子。(A-L. P-Q. S-Y. 仿 Thuret, M. O. R. 仿 Dangeard, 重繪)

多。雄配子囊是单細胞,稍微膨大而成,内生雄配子多枚。雄配子体形甚为纤小,紅色,有 2 根纤毛,生于两端(图 60. R)。雄配子囊数枚,生于分枝的綫体上,叫做“雄配子囊枝”。

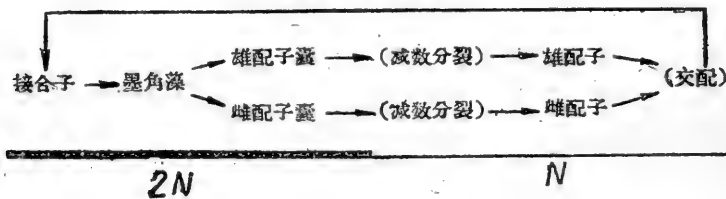
雌配子圓球形,无纤毛,通常每 1 个雌配子囊中,最初有 1 个細胞核,經减数分裂后,成为 8 枚。成熟时,囊膜自行破裂,雌配子就被脱出于水中。雌配子囊各个分离而生,不象雄配子囊那

样集生在1枝上(图 60. *H—K, L—N*)。在墨角藻的枝带上,有膀胱状的气囊。气囊生长的部位并无一定。每两枚并排成对,或不成对。

繁殖方法 墨角藻繁殖方法,只有有性一种。当雌、雄配子在海水中交配后,成为接合子。接合子細胞不需要经过休眠,就立即分为上、下2个。上細胞分化成枝叶,行使营养、繁殖的功能。下細胞发育成为盘状基部,为固定植物体之用(图 60. *S—Y*)。接合子未經减数分裂,而直接发育成1新植物。因此,这个新植物是孢子体,而不是配子体。通常墨角藻孢子体的染色体数目是64,配子体的是32,雌配子細胞核由1个分裂为2个时,即是减数分裂。由2到4,4而8时,都是普通分裂。

生长环境 墨角藻生长于海岸岩石上,潮来則浮,潮落則悬于岩石上。

墨角藻生活史图表



馬尾藻属(*Sargassum*)

构造 馬尾藻分化特盛,全体可以分为根、莖及叶状的构造,且在“叶”的腋部有浆果状的小圓球,即是气囊(第一編卷首图)。分枝的方向与墨角藻不同,是向四周輻射分出,并不限于一平面之上。此外,关于繁殖器官以及繁殖方法等都与墨角藻仿佛相同,但雌配子細胞通常仅仅1



图 61. 馬尾藻的一枝。(仿 Coulter 重繪)

枚,这是它們不同之处(图 61, 及第一編卷首图)。

生长环境 普通生长于海岸近旁。但大洋中有“馬尾藻海”, 是漂流的馬尾藻密集而成的特殊境界。在此境内, 馬尾藻滋生繁盛, 一望无际, 所以有“馬尾藻海”的名称。我国河北省北戴河附近及山东烟台海岸, 都有此属藻类。福建厦門沿海, 产生馬尾藻属植物很多, 常見的有: 銅藻 *S. horneri*, 鼠尾藻 *S. thunbergii*, 半叶馬尾藻 *S. hemiphyllum*, 羊栖菜 *S. fusiforme* 等等都是。最近大跃进以来, 用以提取碘和鉀, 并制成藻酸钠和藻胶等医药和工业用品。

褐藻綱提要

(1)本綱植物所含的色素, 除普通叶綠素而外, 另有藻褐素混合于綠色之中。(2)除网地藻目之外, 游动孢子都有 2 根絨毛, 且橫生在体的中腰。(3)植物体由微小綫形的进到薄壁組織的构造, 最后到达具有分化成为巨大树状的。(4)从等世代交替, 进到不等世代, 最后到无孢子世代。(5)从同形配子, 进到同形异体积的, 最后到异形的。(6)生长組織方面, 下等种类是基部分裂生长, 高等的是頂端細胞分裂生长。(7)水云目最簡單, 可認為是褐藻中的比較原始的。(8)繩藻的生活史与昆布相同, 而植物体簡單, 所以認為是昆布目的原始种类, 而同时又是与水云目相关联的。又昆布具有胚胎等特征, 其进化的高下都可和蕨类植物相比。(9)黑頂藻从水云目演化而出, 而向頂端分裂生长的方向演进。(10)鹿角菜目藻类在各方面都較一切藻类为进化, 若用配子体与孢子体的交替來說, 則其进化的程度几可与种子植物相比較。(11)本綱植物自成一支, 与现代高等植物的关系似乎很少。(12)其中象海带可供食用, 而馬尾藻属也多有經濟价值。

第十二章 紅藻綱(RHODOPHYCEAE)

本綱特征 紅藻多數是複細胞植物，少有單細胞的。除普通葉綠素外，含有藻紅素及藻藍素，所以通常呈紅色，或紫色，但也有綠色的。有淀粉粒狀的顆粒。光合作用的產物是多糖類的紅藻淀粉。此種淀粉是一種與普通淀粉相似之物。本綱植物無游動孢子，且無絨毛。植物體從綫形到有分化而成為枝葉狀的。繁殖器官的構造，繁複異常。其雌配子囊的上端有特別延長的受精絲，且產生果孢子。其雄配子囊只產生不能游動的雄配子。這綱植物中，有同一植物的孢子體及配子體2種都很發達的，所以它的世代交替非常明顯。這綱共分2亞綱：

紫菜亞綱(BANGIOIDEAE)

本亞綱特征 植物體成多細胞的綫條，或成扁平的葉狀體，綫條決不集合生長。細胞間無孔隙的聯絡。細胞中含有藻紅素，及細胞核1枚。繁殖器官簡單，雌配子囊雖也稱果胞，但仍然是單細胞的，並且沒有什麼特化。接合子直接分裂，產生果孢子。此亞綱也有稱做紅綿藻目的，屬於這1目的有2屬，其一是紅毛菜屬（也稱做牛毛海苔屬或紅綿藻屬）(*Bangia*)，另一屬即紫菜屬(*Porphyra*)。這亞綱藻類產生於海水及淡水之中的為多，少有生長在陸地的。

紫菜目(BANGIALES)

本目特征 也有人把紫菜目放在藍藻中的，因其形態有相似之處。但紫菜目植物的細胞都有真正細胞核，這是和藍藻不同的地方。又含有藻紅素，也與多數紅藻相同，因此多數藻類學者仍然將它們算作紅藻。又因構造及繁殖器官較一般紅藻為簡單，所以另放於紅藻之前而自成一枝，且有命名原始紅藻亞綱(Protofloridae)的。也有因本亞綱的藻類並非完全是原始種類，而有用紅綿藻之名的。本亞綱藻類的植物體，有單細胞、綫形、群體或薄壁組織狀等各種不同的構造。細胞中常常具有1枚軸生分叉的有色體，及1個淀粉核。本亞綱植物顯著的植物體是配子體。

紅毛菜屬(*Bangia*)

構造 紅毛菜植物體的構造，視其老幼而有不同。幼小的，成單行綫形體(圖 62. A)，最下的1枚細胞延長成為假根 [Dangeard 1933]，老時，全體下部各細胞都可發生無隔的假根 [Fritsch b 1945]，從包圍體外的膠質層中穿出，而分散於基部的周圍 [Fritsch b 1945]。假根無色，專行吸收與固定的功能。植物體上部營養細胞橫分成多個，連續排列成一綫條。細胞之外有膠質層

包圍着，此单条綫体即幼小紅綿藻的植物体。其后植物体漸老，营养細胞逐漸各自依照輻射綫而縱裂，全植物体就成了1根复細胞的多行綫体(图 62. B)。細胞构造 細胞中含有有色体1枚，在幼小植物的細胞中，是分裂而有深缺刻的。細胞漸老，缺刻愈裂愈深，就成了放射形。有色体之外，另有淀粉核和細胞核各1枚(图 62. D)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 营养細胞可自行分裂，成2到4个变形虫状的孢子(图 62. G)。孢子游泳于水中，經24小时后，游泳停止。先行分泌細胞壁及胶质层，繼而长成长形的細胞，最后横裂为上、下2細胞。下細胞經過延長与色素的退化而成假根，上部的細胞不断地横裂便成为1綫形体(图 62. E)。

(2)有性繁殖 紅毛菜的有性繁殖方法，极为简单。雄配子植物体的細胞自行分裂，成为多数体积微小的雄配子。成熟时，从母体中外出，被海水帶到雌配子植物体，而行交配。雌配子植物体的营养細胞中，自行分化成果胞。果胞即是雌配子囊。紅毛菜的果胞与普通营养細胞没有什么区别，不过多貯食物而已(图 62. D)。交配 雄配子經海水的漂流而达到雌配子植物体，隨即粘附于果胞之外，其原生质体經受精管而进入果胞。雌、雄配子的核交配，成了1个接合子。萌发 接合子分裂2次，产生4个配子体的孢子。此种孢子，名为果孢子(图 62. F)。萌发时，果孢子起初长成1原綫体匍匐状的綫条。此种現象与蘚类(Musci)极为相似。

生长环境 在海水、淡水中，都可生长[Dangeard 1933]。也有人說，紅毛菜是紫菜中惟一能产生于淡水的[Smith a 1933]。我国东南沿海島屿、海岸，都产生紅毛菜，可供食用。

紅毛菜生活史图表

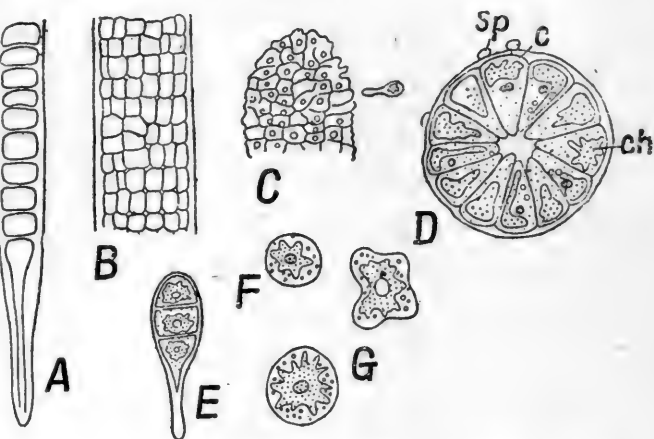
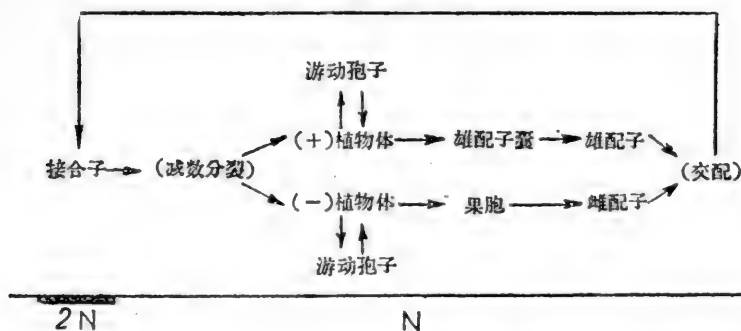


图 62. 紅毛菜: A. 幼植物的下半部，表示假根及营养細胞; B. 老植物体的一段; C. 植物的尖端表示果孢子的发生; D. 植物体的横剖面表示果胞及交配; E. 3枚細胞的小植物; F. 果孢子; G. 游动孢子。c. 果胞; ch. 叶绿体; sp. 雄配子。(仿 Dangeard 重繪)

紫菜屬(*Porphyra*)

构造 紫菜和紅毛菜的差別有限,不过假根較多。而植物体分上、下2部分。上部分是扁平而粘滑的叶状体。叶状体的外形因种的不同,而有圓形、腎形、长卵形以及近于圓形等等。叶状体是1层或2层細胞所构成的,細胞中含有1个或2个軸生的星形色素体,内含1枚淀粉核。下部分是盘状或半球形的固定器,附着于岩礁或其他基层上。

繁殖方法 (1)无性繁殖 叶状体进行无性繁殖时,产生单孢子,单孢子萌发又可发生叶状体。(2)有性繁殖 紫菜是雌、雄同体或异体的植物,进行有性繁殖时,产生雄配子囊(精子囊)和果胞。雄配子囊中多数种类产生64或128个、少数种类产生16或32个白色而不具纤毛的雄配子。果胞内,含卵式雌配子1枚。果胞上端,在一些种类,具有长短不一的原始受精絲。交配 雄配子随水漂流至果胞,粘附后,长出1根雄配子管(精子管),雄配子由管进到果胞内与雌配子接合成接合子。萌发 萌发时,接合子經减数分裂,直接产生4,8,16,24或32枚果孢子,果孢子萌发成絲状体,进入貝壳内蔓延生长。成熟时,产生壳孢子,由壳孢子萌发再长成叶状体的紫菜。除了这2个主要阶段以外,紫菜在夏季还可以由壳孢子萌发成几毫米寬的小型紫菜以渡过夏季,到了秋季又长成普通形态的紫菜,小型紫菜以单孢子繁殖。

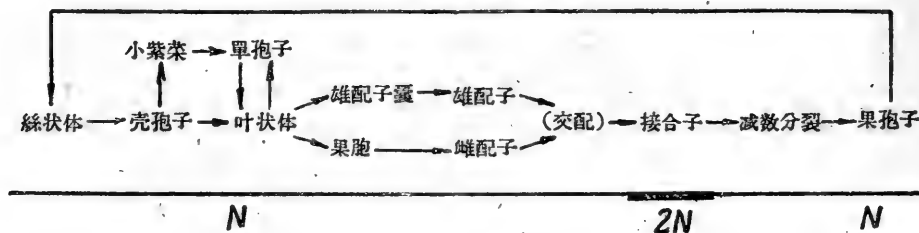


图 63. 紫菜的外形。

(按实物抽象繪画)

生长环境 紫菜生长于温暖海水中的岩石上,分布广泛,我国东海和南海一带海岸及島屿都有生产,其中象:福建的莆田、东山、平潭、霞浦、福鼎,山东的青島,浙江的舟山、嵊泗、鎮海,广东的汕头,东湖这些地区更是著名,年产干品总量約在400,000市斤左右。据曾呈奎、張峻甫二氏报告[曾、張1956]我国所产紫菜約有10种之多,其中习見的是:圓紫菜(*Porphyra suborbiculata*)、长紫菜(*P. dentata*),以及甘紫菜(*P. tenera*)这3种。紫菜含碘质很多。我国人民从古以来,即认为它們是重要的副食品。

甘紫菜生活史图表



眞紅藻亞綱(FLORIDEAE)

本亞綱特征 植物体分化成多管式或单管式的綫条体,常有胶质。孢子体与配子体通常分离生长,所以其世代交替极为显著。細胞間常常有特殊的細孔連絡。繁殖器官繁杂异常,雌配子

囊通常有較長的受精絲。紅藻屬於這1亞綱的很多，現在選擇其中簡單、複雜及中常的各一屬，作為代表。

海索面屬(*Nemalion*)

這1屬屬於海索面目(*Nemalionales*)。

構造 植物體生長低潮地區的呈深紅色，高潮地區的呈暗綠色。全體長約10余厘米，成直立分枝的條狀體，下部盤狀，附着於海中岩石上。由此發生1或多根條狀體。每1根枝條成粉條狀，有胶质(圖64. A)。若將枝條放在顯微鏡下觀察，則見1條之內又分化為多條。且愈近四周，分枝愈是繁密。每條有1串連續不斷的細胞，細胞之間各有細孔，細胞質由此通連。靠近周圍部分的細胞，含1枚星狀有色體。

繁殖方法 這屬藻類只具有性繁殖，而沒有無性繁殖。**繁殖器官** 海索面是雌、雄配子異體，或同體而雌、雄配子先後而生的植物。在雄配子植物體上，產生雄配子囊(圖64. B)。雄配子囊產生在側枝的端末。側枝產生雄配子囊時，先行分叉生長。這種分叉的枝子，叫做雄配子囊枝，其細胞較營養細胞為纖小，在枝末端的細胞，就是雄配子囊。雄配子囊中初含細胞核1枚，成熟時分裂成2枚。細胞成熟與母體脫離。隨海流漂到雌配子植物體。雌配子植物體的側枝末端的最後3枚細胞，分化成為雌配子繁殖細胞。最上的1枚細胞，延長成1根細長的管，叫做受精絲。受精絲細胞的核不久即行消失。在受精絲下方的1枚細胞，膨大成球形的，是果胞或稱果孢子囊，其作用等於他種藻類的雌配子囊。再下的是基部細胞。受精絲細胞與果胞，共稱總果胞系(圖64. C)。

交配 當雄配子囊被海流帶到雌配子植物的側枝，而粘附在受精絲的端頭之後，2細胞交接處的壁不久消失，雄配子細胞核由受精絲直接進入果胞中。因果胞與受精絲間的細胞壁，在雌配子成熟之時，即已消失了。進入果胞的雄配子可能不止1枚，而與雌配子細胞核交配的則限於1枚。接合孢子萌發時，經過減數分裂，由1枚孢子體的細胞，分裂為2枚配子體細胞。由此繼續分裂，成為多數細胞。每枚細胞向外延長生長，且行橫斷分裂，成1短綫體。此綫體通常是兩節，末端的1節，膨大成1個孢子，就是果孢子(圖64. D)。

果孢子萌發時，原生質體脫出孢子壁而成裸露的細胞，然後萌發成新海索面。也有人把果孢子稱為果孢子囊，而把裸露的原生質體稱為果孢子的。

生長環境 海索面可供食用。在青島附近和煙台，有少數生長；廈門及福建沿海島嶼亦有產生，且產量似比山東為多。

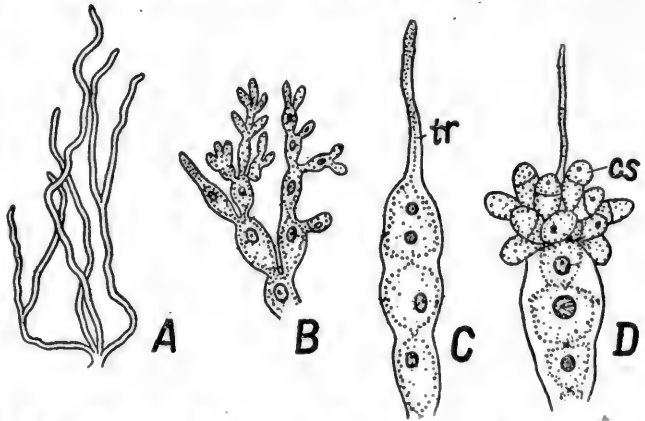
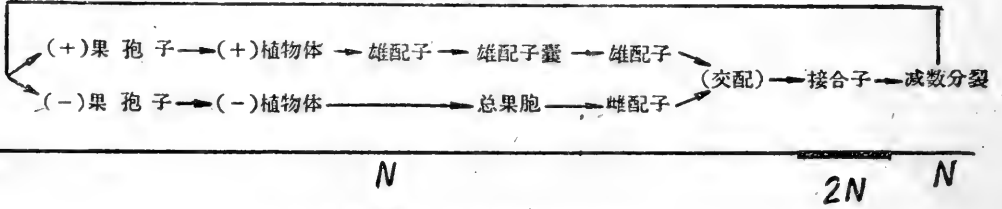


圖64. 海索面: A. 植物體; B. 雄配子囊枝; C. 受精絲、果胞和基部細胞; D. 果孢子的形成。cs. 果孢子; tr. 受精絲。(A. 仿 Fritsch, B—D. 仿 Coulter, 重繪)

海索面生活史图表



串珠藻属(*Batrachospermum*)

这1属属于海索面目(Nemalionales)。

构造 串珠藻有藍綠、橄欖、或紫等各种顏色，植物体是綫形体。有节与节間。側枝成輪，由节而生。全体基部，有附着的构造(图 65. A, B)。枝条中部，有1枚較大的細胞，其外緣有紆小細胞包圍着，这种細胞是由旁枝基部向下发生的。也有人把中央的大細胞叫做“髓”，而把周圍的小細胞叫做“皮层”的。叶綠体側生，有裂，具1枚淀粉核。每枚細胞中含1枚細胞核。

繁殖器官及繁殖方法 (1)有性繁殖 雌、雄器官都从短枝发生。雄配子囊对生于雄配子囊

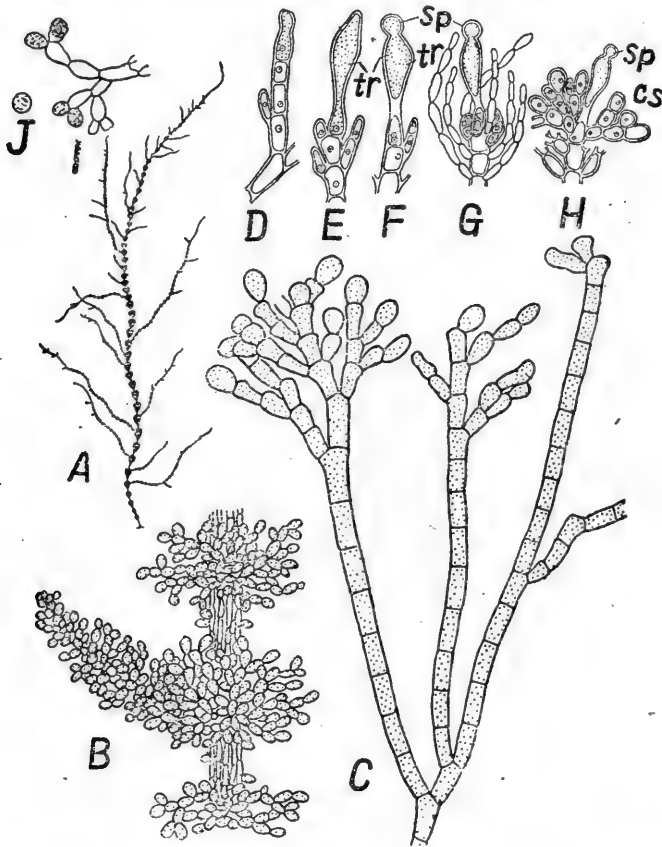


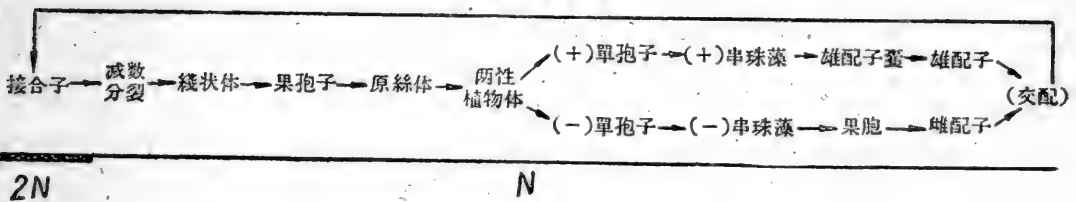
图 65. 串珠藻: A. 外形略图; B. 植物体放大的一部分, 表示軸及枝; C. 无性体的一部分; D—H. 果胞的形成; I. 雄配子囊; J. 雄配子. cs. 果孢子; sp. 雄配子; tr. 受精絲。(自 Fritsch 仿 Kylin 重繪)

枝的端头(图 65. I)。每 1 个雄配子囊就是 1 枚单細胞。其原生質体产生同形无色而裸露的雄配子 1 枚(图 65. J)。果胞生长于果胞枝的末端,果胞的构造与海索面相似,上有受精絲,下有果胞。受精絲通常膨大。当雄配子囊由水流带到受精絲时,便互相粘着。而裸露的配子囊就分泌細胞壁,但其原生質体則由雄配子囊壳的小孔穿过受精絲,达到果胞中,进行交配而成接合子。接合子不經休眠即行减数分裂,并萌发成綫状体(此綫状体有称作孢子綫体的,但实际是配子体而并非孢子体)。此綫状体也分节,每节是 1 枚单細胞。綫体末端的 1 枚細胞膨大,成为孢子,就是果孢子。每 1 个果孢子中,含細胞核及有色体各 1 枚。当接合子长成綫状体时,果胞細胞以下的一些基部細胞,也各向四周发生綫体,以围护于周圍。这 1 团綫体(接合子及基部細胞共同所发育的),共名为囊果(图 65. D—H)。孢子成熟,其原生質体即破壁而出。(2)无性繁殖 果孢子直接发生新串珠藻,而萌发綫条形的原絲体。由此原絲体向上发生 1 个单行分枝的无性植物体(图 65. C)。由其枝头产生另种孢子,叫做单孢子。单孢子萌发可发育串珠藻,或偶然也有由无性植物直接发生串珠藻的。

注意 串珠藻的有性及无性世代交替虽很明显,但与褐藻不同。因其有、无两性的植物都是配子体(N),不似褐藻的 1 个是配子体,而另 1 个則是孢子体。此外其植物体除有性和无性的而外,又有雌、雄配子同体与异体之别。

生长环境 串珠藻多生于山溪流动的水中。笔者所发现的,象浙江杭州及江西新建望城崗前南昌大学校址附近等地。

串珠藻生活史图表



多管藻属(Polysiphonia)

这 1 属属于仙菜目(Ceramiales)。

构造 多管藻是紅藻中最复杂的,它的植物体共有 3 种之多。其配子植物体可分雌配子植物体与雄配子植物体 2 种(图 66. A—B),此外,尚有孢子植物体。茲分述于下: (a)孢子植物体 多管藻的孢子植物体,也称四分孢子植物体(图 66. C)。当細胞成熟时,经过减数分裂,分化成为四分孢子。产生四分孢子的細胞称为四分孢子囊,四分孢子囊单独或多个成串生长。这种植物体是孢子体($2N$),其构造是多管而有节、且分枝的綫形体。全部直立或一部分匍匐,在匍匐枝的下面发生假根。上面发生直立的枝条。 (b)雄配子植物体 雌、雄配子植物体的构造与孢子植物体没有什么不同,只是所发育的繁殖器官不同而已。在雄配子植物体的侧枝上,生长雄配子囊。多数的囊丛生成球,象 1 串球葡萄(图 66. D),即是雄配子囊枝。在枝的中央有较为粗大的軸管細胞。軸管細胞多枚,连接成軸。由軸向四周发生的,是多数的短枝,每枝可横裂多次,末

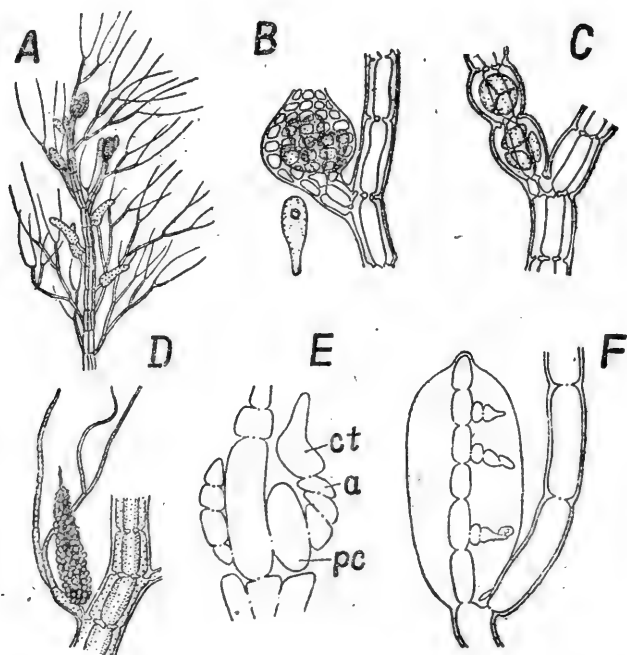


图 66. 多管藻: A. 植物体的一部分; B. 囊果及果孢子; C. 四分孢子; D. 雄配子囊球;
E. 幼总果; F. 雄配子囊球的解剖图。a. 辅细胞; ct. 果胞及受精丝; pc. 中间细胞。
(A-D. 仿 Coulter, E-F. 仿山内秀雄, 重绘)

端的1节膨大,则成雄配子囊(图 66. F),内含细胞核1枚。成熟时,全细胞脱落,随水漂流到雌配子体的受精丝,当1枚雄配子囊脱落后,短枝又可以同样方法,继续产生多数雄配子囊。

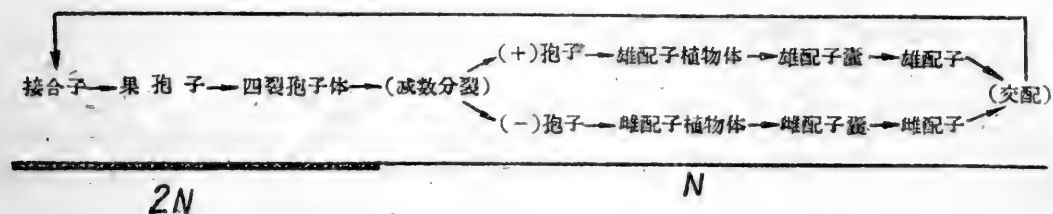
(c) 雌配子植物体 雌配子囊生于侧枝上,其构造与海索面相仿佛。最上的1枚细胞是长管形的受精丝细胞,其下是膨大的果胞细胞,再下另有1枚膨大的中间细胞,最下则是连接的基部细胞。当雌配子将成熟之时,由中间细胞的基部发生线体的侧枝多条,向上包围中间细胞而生长,这些即是辅细胞。不久侧枝细胞之一,向内横长,而穿过中间细胞的上端与果胞的下部,此细胞永久停留于二者之间(图 66. E)。此后,受精丝、果胞、穿入的辅细胞以及中间细胞的一些横壁,全部消失。除果胞外,各细胞的细胞核也退化。果胞的细胞核由上向下移动,最后迁到中间细胞中,成为雌配子。

交配 雄配子由受精丝入内,其细胞核由上而下,进到中间细胞,与雌配子交配成为孢子体的接合孢子。

果孢子的发育 当雌、雄配子交合之时,中间细胞的外壁早已被辅细胞密密地包围和保护着,成为单层薄壁细胞状的构造,全体形似1孟(图 66. B),孟中有接合孢子。经细胞分裂后,产生果孢子多枚。果孢子很象器械体操所用的棍棒,内有细胞核1枚,是孢子体。从这种孢子可萌发成为四分孢子的植物体。

生长环境 多管藻生于海中岩石或岩岸上。在青岛、烟台等处,都有产生。

多管藻的生活史图表



紅藻綱提要

(1) 紅藻綱植物可依其构造的繁簡, 分为紫菜与眞紅藻 2 亚綱。 (2) 紫菜目的植物, 有認為是紅藻与藍藻中間的过渡者。 (3) 紅藻中也有含藻藍素的, 此則与藍藻(Cyanophyceae) 相同。 (4) 紅藻繁殖器官的构造复杂, 其受精絲与子囊菌(Ascomycetes) 相似。 (5) 雄配子囊是植物界中最簡單的。 (6) 多数紅藻, 象紫菜等含碘質, 石花菜(*Gelidium amansii*) 等含有胶质, 都是常用的副食品。

第十三章 藍藻綱(CYANOPHYCEAE)

本綱特征 藍藻綱又称为粘藻綱(Myxophyceae)。这1綱植物的构造极为简单。細胞內,除原生質体濃淡不同分为中央及四周两部分之外,并无其他分化。細胞中央有中央体,是类似細胞核之物而非真正的核,且其外圍也无膜。細胞分裂是最简单的間接分裂。細胞中无特殊的有色体,色素与原生質相混合。藍藻所含的色素,除普通的两种叶綠素、叶黄素和胡蘿卜素外,尚有藻藍素,因此,曾有藍綠藻的名称。此外,尚有含藻紅素的,这是和紅藻相似之点。細胞外周都有胶质,所以又有粘藻的名称。从前的人认为細胞壁是由几丁質而不是由纖維素所构成的,但近年的研究則否認有几丁質的存在,以为它的主要成分是果胶,且掺杂纖維素或半纖維素。貯藏的养料是糖及肝脏淀粉,而不是通常的淀粉。主要繁殖方法是无性分裂繁殖,也有产生无性孢子的。本綱植物可依其群体的构造,而分为3目:

藍球藻目(CHROOCOCCALES)

本目特征 本目植物的群体,有球形与平面等几种,且多半不很規則。常分为数层。此目少有产生孢子的。

粘球藻属(*Gloeocapsa*)

构造 粘球藻的构造极为简单,其細胞成圓球形,每1枚細胞即是1个植物体,細胞之外有胶质1层(图67)。

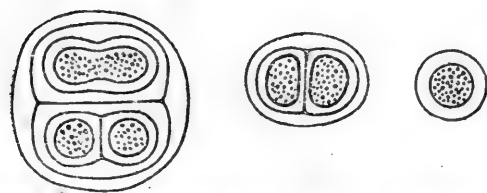


图67. 粘球藻,抽象略图,表示群体形成的步骤。

繁殖方法 細胞自行对裂,即成2个植物体。这2个植物体各有1胶质层,包围其細胞,另有公共胶层包于两細胞之外。此公共胶质层,即是母細胞原有的老胶质层;而紧靠于各細胞的,是細胞分裂后新发生的。此植物凡分裂一次,其胶质层也增加1圈。凡在1总胶质层內的植物,不論其細胞的多寡,都可叫做群体。粘球藻群体所含細胞的数目,有2,4,8三种。超过8枚时,外圍的胶质必致

毀坏而消失,于是內部的細胞就由1个群体而分为2个群体。此藻的个体虽成球形,但其分裂都在一平面上,而不向四方分裂,因此虽然群体到了8枚細胞,也还是都排列在1个平面上,而决不成球形。

生长环境 生于阴湿碑石岩壁上或水中。在南京紫霞洞曾有发现。

片藻属(*Merismopedia*)

构造 片藻的群体成平面,而細胞的排列很規則,每4枚細胞各居正方形的一角,而細胞的分布成1正方形。片藻的分裂极其規則,分裂之时,必向左右或前后两方面,而决不向其他方面分裂,所以群体永远成为方形。在細胞之外,有扁平胶质层包围着(图68)。

繁殖方法 与粘球藻相似。

生长境境 片藻产生于水塘、池沼中,往往与他种藻类混杂而生,为淡水藻类中所常見的。

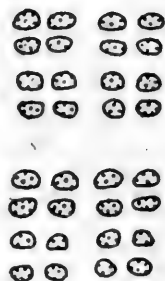


图68. 片藻外形抽象略图。

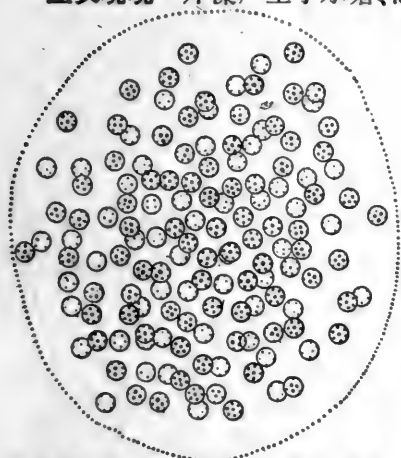


图69. 微胞藻的群体。(依照采自南昌东湖的实物)

微胞藻属(*Microcystis*)

构造 无数球形細胞,密生在一个大型胶质球之内,球的周圍邊緣无色透明。群体也有作长形或不規則的。个体的繁殖靠細胞分裂,当群体长到太大时,自行破裂为数块,每块又可因細胞不断地分裂,成为原来的形状(图69)。

生长环境 微胞藻多生于死水的池沼中,北京海淀的池沼中即盛产。江西南昌东湖的水所以呈綠色,多半是这种藻滋生的緣故。

管胞藻目(CHAMAESIPHONALES)

本目特征 藍藻本来沒有核,而所以叫做多核,是因为其1枚細胞中产生孢子很多,与其他多核的藻类非常相类似的緣故。

皮果藻属(*Dermocarpa*)

构造 皮果藻是附生于他种藻类的藍藻,常常各細胞聚生成丛(图70. A)。每細胞的原生质

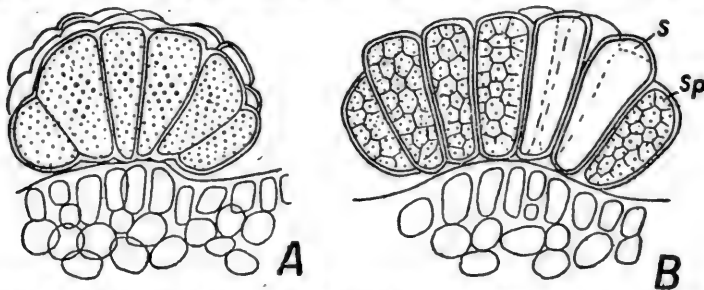


图70. 皮果藻: A. 聚生成丛的营养細胞; B. 孢子的形成。s. 孢子囊; sp. 孢子。(仿 Bornet 重繪)

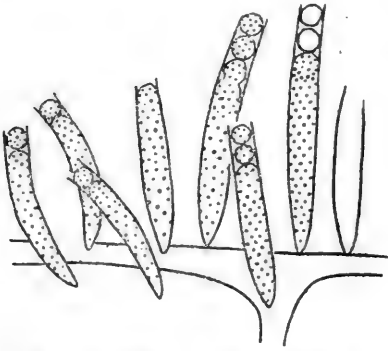


图 71. 管孢藻。(仿 Smith 重繪)

体分裂成为多数小块, 每块成为 1 个孢子(图 70. B)。孢子可另发生新植物。

管孢藻属(*Chamaesiphon*)

构造 管孢藻是单细胞植物, 而附生于其他藻类的。细胞长短不一, 依种类而定。成熟时, 细胞壁一端自行溶解而消失, 原生质体同时分化成 1 串孢子, 孢子分化的方法, 与菌类的分生孢子很相类似。(图 71)。

藍絲藻目(HORMOGONIALES)

本目特征 属于本目的藍藻, 它们的群体都成为分枝或不分枝的綫形体。这目的下等种类, 在同一群体的细胞, 其形式都相同, 无甚分化。中等的, 有特殊分化的细胞。高等的, 则有异形胞与普通细胞等的分别。

颤藻属(*Oscillatoria*)

构造 颤藻的细胞成短筒形, 互相重迭, 成为条状的群体。在群体两端的细胞, 都是一面向外凸出, 叫做凸细胞(图 72. B)。1 群细胞之外, 有 1 层不甚显著的公共胶质层包围着, 也有的没有公共胶质层(图 72. A, B)。

繁殖方法 细胞的繁殖是横断分裂, 每 1 枚细胞分裂 1 次, 即成为 2 枚新细胞。1 个群体分为两个群体之时, 先在群体中部倘若有 1 枚细胞死亡, 死细胞邻近的 2 枚细胞各因压力减除而向死细胞的空位凸出(图 72. B)。因此, 原来 1 个群体的綫体, 不久便由死细胞之处分成两个群体了。而这两个群体之中, 常常以较短的 1 群(2, 3 枚到数枚细胞), 全体自行离开, 就另成 1 新群体。

生长环境 颤藻产生于水、陆各处, 且能生长于温泉的热水中。笔者在南京湯山及江西庐山的温泉的极热的水中, 都曾发现。这属藻类通常多生于阴湿污秽之地及污水沟中。其分布非常广泛, 可以说到处都有。

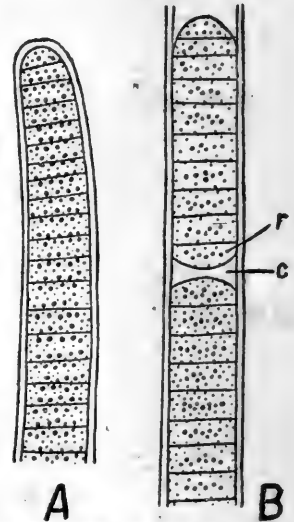


图 72. 颤藻: A. 营养群体的一部分, 表示前端的凸细胞及其余的扁细胞并胶质层; B. 新群的发生。r. 凸细胞; c. 死细胞。(依南昌采集的实物写生)

螺旋藻属(*Spirulina*)

构造 全体是 1 枚单细胞, 细长而作螺旋状的弯曲。繁殖时, 1 枚细胞横断分裂成 2 段, 即

成2个植物体(图73)。

生长环境 生长于深水及池沼中，北京附近曾有发现。

念珠藻属(*Nostoc*)

构造 念珠藻又名葛仙米，細胞圓球形。細胞分裂时，专限于向前后的方向分裂，因此它的群体是球狀細胞連成的綫条(图74. A)。但各細胞彼此的排列并不致密，在1个群体之外，常常发生1层胶质层，而各群体之間又有总共的胶质层。普通1个球形的葛仙米，实在是无数群体的总球(图74. B)。

繁殖方法 葛仙米的个体繁殖方法是細胞对裂，但也有細胞貯蓄养料而成孢子的。群体分裂时，如果群体中的細胞有死亡之时，可以自行膨大，細胞壁加厚，而成1异形胞。日后，綫体可由异形胞之处分断成为两个群体(图74. A图中h所示)。

生长环境 葛仙米在我国南北各地均有发现。通常生长在阴湿的地区或溪水之中。且可作飼料或食用，海味中的发菜，即葛仙米的1种。

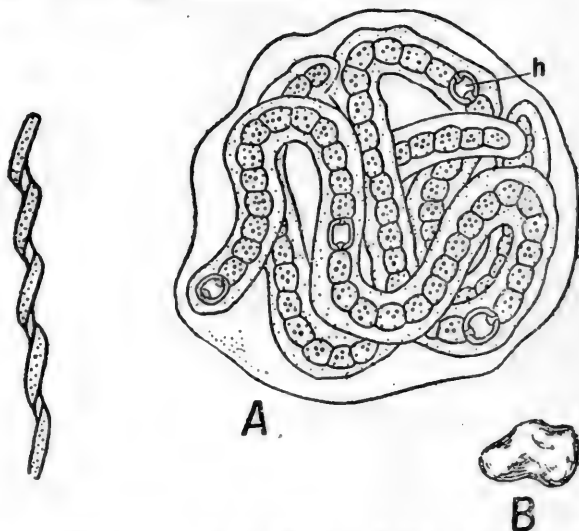


图73. 螺旋藻。
(依北京采的实物写生)

图74. 念珠藻: A. 群体放大, 表示二重胶质层; B. 总球在肉眼观察下的状态。h. 异形胞。(仿 Coulter 重繪)

頂孢藻属(*Gloeotrichia*)

构造 全体成1綫条形，前端的細胞尖小，由前到后逐渐加大。各細胞排列致密，后端的1, 2枚細胞通常膨大成为孢子。最末尾的1枚細胞必定是异形胞。全群細胞的外边，有胶质筒。尤其在孢子周圍的特別厚(图75)。

生长环境 永久附着他物而生在水中，或幼小时附物而生，长大后漂浮于水面。

单歧藻属(*Tolypothrix*)

构造 細胞紧密相連，成为綫形的枝条。胶质层很薄而无色。1枚細胞死亡而变成异形胞时，密接于其下的細胞分裂特别旺盛，每从旁側向外生长成为1枝(图76)。如此发育的枝，叫做伪枝。此藻除普通分

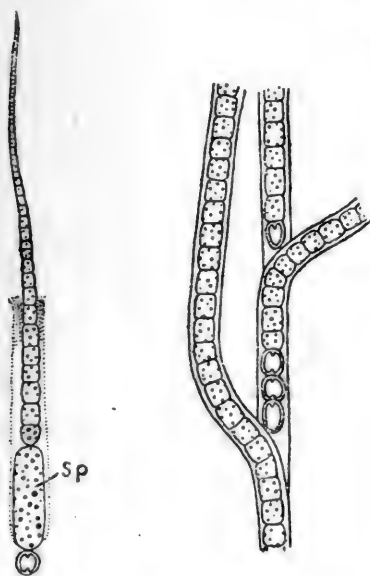


图75. 頂孢藻。
sp. 孢子。(临实物)

图76. 单歧藻。細胞中空的
是异形胞。(实物写生)

裂繁殖外,也可发生孢子。孢子卵形或长圆形,单独或成串。

生长环境 此藻通常水生,每朵生于其他水藻中,或附于水底石上。

双歧藻属(*Scytonema*)

构造 这属藻类与单枝藻很相类似,所不同的地方就是,伪枝为双枝并出,而不是单独1枝。因此群体中异形胞上下的细胞,都向同一方向分裂穿出胶质层,而成为伪枝(图77)。胶质层是很粗糙的,呈金黄或褐色。这属藻类也有产生孢子的。

生长环境 双歧藻多生于潮湿地区或水中岩石上。也有生于温泉中的。

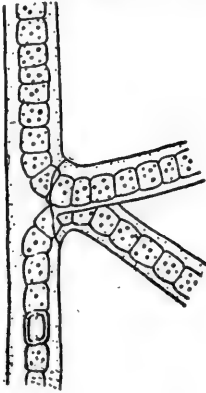


图 77. 双歧藻。(实物写生)

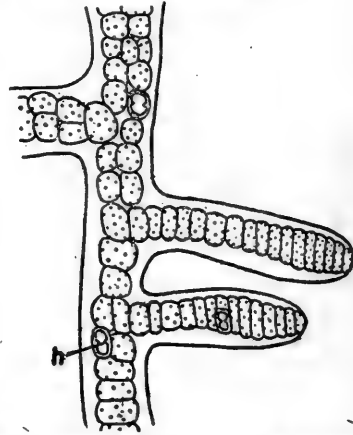


图 78. 多列藻。h. 异形胞。(实物写生)

多列藻属(*Stigonema*)

构造 群体全部是有真正分枝的线条(图78)。线条中细胞的条数,由1条可以到多条,且条的多少,殊不一定,所以群体的各部分粗细不匀。细胞之外,各有胶质层,而各细胞外周,另有总胶质层,总胶质层是金黄色或棕色,细胞间有原生质的胞间联丝。

生长环境 多列藻多数生长于潮湿岩壁上,少数漂浮于水中及长于湿地。

藍藻綱提要

(1)本綱植物普通都有胶质,而没有真正的细胞核。(2)细胞壁从前被认为是几丁质,与昆虫的皮壳的化性相同。近年来的研究证明,它的主要成分也是纤维素,或是类似果胶质的半纤维素,而并非几丁质。(3)繁殖方法以裂殖为主,所以有人将这1綱植物与细菌合并成裂殖类(Schizophytes)。(4)拿它们所含的色素来说,与红藻似有关系,若就形态来说,则与细菌也似有关系。现在且有颤藻与硫黄细菌彼此同源的。(5)生长的地带,不择水陆寒暑,都能滋长。

(6)太无分化,殊为下等。(7)蓝藻,除少数种类象念珠藻中的葛仙米和发菜而外,一概不能食用,但最近有人正在进行蓝藻的营养分析,发现了不少种类可做肥料。这是我们应该注意的。

第十四章 藻类植物的演化

关于植物界的演化与藻类分类系统,已略述于卷首了。兹略将藻类的演化提其大要,申述如下:

(一)綠藻綱 綠藻綱为藻类中固有的名詞,現在研究藻类的学者有弃之而不用的,但也有仍用旧名而将内容更改的。此綱是藻类中种属最多、形态演化最为繁复的。窺其来源,則出于鞭毛藻类。迹其演化,則現代高等植物可能由此导源。其在植物界进化上的重要地位,自无待言。綠藻与鞭毛类的关系,已为学者所公認。从前以为藻类与鞭毛类依其細胞壁的有无等即可区别,而今日則彼此关联,难划界限,因現在藻类中的下等种类,多半就是从前所認为的鞭毛类,至于細胞壁如何,則不去过問了。鞭毛类种类繁多,生理各异,有的具色素,也有无色的。同时,有色的种类所含的色素又并不是一样的,所以为各色藻类的导源,而綠藻的祖先为純綠色的鞭毛类,恐怕没有什么疑問了。况今天主張真蕨型植物群导源于綠藻的說法,也大有其人。綠藻綱今分9目,茲略述其演化关系如下:

(1)团藻目 本目的来源知道得很不詳細,大概由鞭毛类演化而来,似无問題。其最下等的是衣藻亚目的单細胞种类,由此分为数支,分向球形群体、不定群体构造或树枝状态等各方面演进。除綠球藻目及接合藻目而外,团藻目与其他藻类都象没有什么关系似的,且是綠藻中的下等分子。

(2)綠球藻目 本目植物有单細胞的,也有成群体的,因为这些球形細胞的种类具收縮泡,有时且有眼点,所以与团藻目好象很有关系。又因其接合子有的直接萌发,且有多核現象,而認为管藻是由它导源的。

(3)絲藻目 本目的来源不明,大概也由游动的单細胞种类演化而成,且是1个独立的支群。植物体有不分枝的綫体与叶状构造之别。但叶状种类,实导源于綫体的(游苔的幼苗与絲藻很难分辨)。且有孢子体与配子体同样发育,而有明显世代交替的。所以在演化上,此目在綠藻中的地位可称为是高等的。

(4)剛毛藻目 剛毛藻目植物的植物体虽分細胞,而有多核現象,所以有人認为它与管状藻有关。但依据各种特征,方知与它們相近的是絲藻目,而不是管藻目。因繁殖細胞的不特化,4根絨毛的游动孢子,游动分子由母体細胞側旁孔穴而泄出于外,这些特征,都与絲藻目相类似。它們細胞中所含的叶綠体原只是1个,細胞核虽是多枚,然而也偶有发现单独的,这也与管藻不同,且剛毛藻自从接合子萌芽后,即直接形成1条綫体的构造,而管藻則于綫体幼植物之外,另有囊膜包围着。凡此种种,都足以証明管藻与剛毛藻2目关系的疏远,而剛毛藻目的出于絲藻目則似有可能。此外,綠球藻目中也常有多核現象,則剛毛藻目由此演化而来,似乎也是合理。

(5)胶毛藻目 胶毛藻目是綠藻中分化最大,在演化上最有希望的1目。植物体的分化程度非常大,在“主干”“側枝”之外,更有匍匐与直立的部分。且有在直立綫体的頂端,生长无性孢子

囊，而其配子囊則生于匍匐綫体之上。由此演化进展，孢子体与配子体起初則平均发展，繼而失去平衡，孢子体生长特盛，配子体反受压制，逐漸演化，就成为以孢子体为主的种子植物了。因此，有人認為，今天的种子植物是从和胶毛藻目相同的植物演化而来的。胶毛藻目除与鞘藻目及絲藻目較為相近外，与其他各目都似乎没有什么关系。

(6) 鞘藻目 本目植物至为別致，其游动孢子大而多毛，叶綠体与繁殖器官都很特別，近年漸漸有人認為，雄孢子是未成熟而先行泄出的雄配子母細胞。因“矮雄”与胶毛藻目中游动孢子发育的“矮小个体”相似，所以学者認為这两目有同源的可能。此外，象体端有刺、叶綠体的形式与陆生鞘藻的植物体有分异的現象等等，对于两目的同源更足以証实。

(7) 接合藻目 此目最大的特征是其繁殖的方法，因为接合交配，在其他藻类中很少見。然而在衣藻中也偶有这样交配的，所以可以認為此目出自团藻目的衣藻亚目。从前有人以为此目与綠球藻、硅藻或橫裂甲藻等目有关，經詳細考查研究，才知道仅外表相似而已。

(8) 管藻目 本日植物都是多核的植物体，但下等种类中也有发生橫隔膜壁，将全体分成多核的細胞构造与剛毛藻相类似的。多核現象在綠球藻中也很普遍，游泳种类当繁殖之前，成熟的細胞中常成多核。所以多数学者主張管藻与綠球藻是同源的。无隔藻虽属此目，但色素中有特多的叶黃素，且貯蓄油类而非淀粉，都是和黃藻相近的表示，因此它們在分类与演化上的地位都成了問題。此外，它們的繁殖細胞形成时与卵菌(Oomycetes)相似之点很多，而复的游动孢子尤与霜霉目(Peronosporales)的藻孢子相似。因此，有人認為藻状菌是退化的管藻。

(9) 輪藻目 本目植物的植物体分化特盛，繁殖器官的分化尤为精微，而接合子的萌发成为原絲体，更非他种藻类所有，即以化石标本而論，除与管藻可能同源而外，与其他各藻很少关联，因此学者認為它是特殊的1支。但以公共特征来講，則未曾超出綠藻的范围，所以仍旧放在綠藻之中，而認為是分化特別高的1目。

(二) 黃藻綱 本綱植物与綠藻是平行并进的支系，但分化的趋向集中于球形或不定群体的构造，因此远不及綠藻的进化。本綱最大的特征是叶綠素中叶黃素的成分特多。但本綱植物中也有发现偶有改变其黃色素，而含有与綠藻相似的純綠色的叶綠体，因此有人認為它們是出自綠藻的。此外，它們进行光合作用所产生的是油类，而不是淀粉；細胞壁中含有果胶化合物；而其显著的纤毛，变形虫状的游动孢子，并内生孢囊的膜通常是不相等的两片所組成，且常含有硅質；以上各点，都足以証明黃藻、金藻与硅藻三綱有同源的可能，因此有人将这3綱合为1門，而叫做金藻門(Chrysophyta)。筆者認為，这綱藻类可能由綠藻及黃色較多的鞭毛类双方演化而来，也許是汇合而成的1綱。

(三) 金藻綱 这一綱藻类的植物体有具細胞的，也有仅仅是1团裸露的原生質与普通鞭毛类没有什么区别的。这一綱藻类是和綠藻及黃藻并进的支系，但进化的程度則远不及綠藻。本綱来源出于鞭毛类自无待言，而与黃藻及硅藻确有同源的証据。

(四) 硅藻綱 硅藻顏色不一，有檸檬色、黃色、深黃色、橄欖綠色以及棕褐色等。因为它們含有棕色，而曾誤認為与褐藻有关。又因它們行接合交配，而認為与接合藻同目。但近30年来研究的結果，以为与黃藻及金藻同源，且与金藻特別相近。此外，也有因为色素及光合作用产物的

相同，而认为与横裂甲藻綱有关的，不过在构造方面则彼此很不相似，这又象是没有什么关系的了。

(五)隱藻綱 这1綱的种类很少，且知道的不够詳細，多半是特化的鞭毛类，而略具藻类的形态。植物体很不进化，全綱之中要寻找1个綫形构造的，也很不可能。因此它們的进化超过普通的鞭毛类很少。这綱与其他藻类的关系如何，知之不詳，大概与綠藻及甲藻甚至褐藻不无关系。

(六)横裂甲藻綱 属于这一綱的藻类也不很进化，多半与鞭毛类没有什么分別，但也有分化成为球状、不定群体状以及綫状体的。这是較隱藻綱略为进化的方面。有人以为横裂甲藻、隱藻兩綱很相似，而叫做甲藻門(Pyrrophyta)。横裂甲藻綱中最原始的，恐怕莫过于沟环藻(*Gymnodinium*)，全綱植物可能从这属演化而出。它們的球形与綫形的种类，大概也是由此而来，但彼此关系如何，与其他綱目的远近如何，则很难判断。

(七)綠单胞藻綱 这1綱是藻类中种类最少之一。色素中富于叶黄素而又产生油类，因此似可与黃藻綱相联系。但除此而外，无他証据。又因其叶绿体与收缩泡的构造类似眼虫藻，也怀疑他們有关系。但依光合作用的产物而論，则又彼此不同。所以这一綱与任何藻类的关系似乎很少，而是独立的1支。

(八)眼虫藻綱 唐霞[Dangeard 1933]将此藻与綠单胞藻合为1群，名为鞭毛藻綱(Flagellophycées)，因为它们同为鞭毛类，而叶绿体与液泡器(收缩泡器)等都有相似之处。但最近学者根据它們彼此所产生的食物完全不同，因此仍然主張分为兩綱。且眼虫藻綱也是孤立的一支，与其他藻类没有什么关系。

(九)褐藻綱 褐藻綱藻类的植物体的内部构造和外部形态，是藻类中最有分化的。在綠藻、金藻、或其他藻类中常見的简单构造，象单細胞群体以及单条无枝的綫体等，在本綱中都很少見。褐藻中最简单的植物体，是分歧的而分化成匍匐与直立两部分的綫形体。仅仅如此，已足够与綠藻中最高等的相媲美了。在演化方面，褐藻与其他藻类的关系，现在还很不明了。按其色素、岩藻囊及游动分子的各种特点而論，则似乎为一特殊的群类，而褐藻的祖先则恐怕仍然不出乎单細胞的鞭毛类。

褐藻綱植物进化的途径可分为数条：(1)如果按配子的形式而言，则自同形的，进化为同形而异体积的，最后达到异形而卵式的。(2)按配子体与孢子体的关系而言，则由等世代进化为不等世代，而达到无孢世代。(3)若按孢子体的分化而論，则由同一种植物的植物体分为匍匐与直立两部分，漸次演进到只有直立的。且由綫形的植物体进化到薄壁組織狀的构造，而终于达到具有分化的树状体。(4)另外，基部分生是褐藻的特征，而高等褐藻则是頂端分生，所以其生长部分由基部分生进到頂端分生的途径是非常明显的。褐藻可分为9目。现在擇其重要的，分述如下：

(1)水云(褐茸藻)目 本目种类很多，演化的程度不齐，最下等的具有等世代的綫形体，且生长部分限于枝条的基部，配子则为同形。此等种类象水云等都是，非但是本目的根源，即全綱褐藻也可能都是从这一目演化而出的。

(2)黑頂藻目 這1目藻類具有頂端分生細胞,而無基部分生細胞,植物體由單條的綫體進到多管式、直立分枝、且有時成為匍匐的薄片體。并可發育特殊的無性體來進行繁殖。世代交替則是等世代的。從以上所述的特征,可以推測這1目與水雲目是同源而比較進化的褐藻。

(3)馬鞭藻目 這一目與水雲目具有相同的特征,象基部分生的生長方法,與等世代的孢子及配子植物體等。凡此種種,都可以證明兩目的同源。但它們的植物體有向薄壁組織的構造方面進化的趨勢,而配子的形式也向卵形發展。且孢子體有與網地藻目相似之處。學者認為這目藻類大概出自水雲目,而是植物體具有分化的種類。

(4)昆布目 孢子體同種子植物極為相似,與鹿角菜目同是褐藻中分化程度最大的。昆布有特殊的居間分生組織,這是和鹿角菜目不同的地方。此外,孢子囊叢生成群,也是特別之處。據實驗報告,昆布的配子體與它剛一萌芽的幼小孢子體,都是簡單的綫形體,且與水雲很相似。由此可以證明,昆布也來源於等世代,且可以決定由水雲目中的具有薄壁組織構造植物體的種類而來,而繩藻(*Chorda*)可能是兩目的橋梁,因為它的繁殖與生活史雖象昆布,而構造則比較簡單。

(5)網地藻目 從前的人因為這1目產生四分孢子以及不能游動的雄配子囊等特征,而認為是紅藻。經研究後,才知道這種四分孢子實際上就是特化的單室孢子囊,且在褐藻中也有產生8枚孢子的(如圈扇藻 *Zonaria*)。況且在水雲目各屬,中單室孢子囊所產生的孢子,數目也不很多,且常成靜孢子,當其謝落時,也不能游動。除此而外,若依據色素、貯蓄的食物、多室的雄配子囊以及雄配子的式樣等等,都足以証實它們與褐藻是同類的。不過與各目的關係如何,則很難說。所可推測的,就是從等世代種類中演化而來的、特殊的1支而已。但也有人因為它們的外表與馬鞭藻目相似,而認為與馬鞭藻目有關。

(6)鹿角菜藻目 這1目植物屬於無孢世代類,是褐藻中最高等的。植物體不但極為分化,且全屬加倍($2N$)的孢子體。它們的分生構造在頂端,而不在基部。配子體很不發達,可以說等於沒有。此外,配子則屬於卵式而異形的。因此,這1目藻類在各方面都較一般褐藻為進化。且進化的程度,幾乎與種子植物相差不遠。此目從何而來,很難判斷,大概不出於有薄壁構造的水雲目。而演化的過程如何,則難以猜度,因過渡的中間種類已無處尋覓,恐絕滅太久了。

(十)紅藻綱 紅藻是藻類中特殊的1支。與其他藻類很少關聯,然而與子囊菌則有人認為是平行並進的。從前的人僅注意色素、繁殖細胞、胞間聯絲等,而未注意代謝作用、細胞構造以及繁殖方法等,因此誤認它們與藍藻有關。紅藻分為2個亞綱,略述如下:

(a)紫菜亞綱 這個亞綱藻類的植物體及色素,與藍藻及綠藻中的絲藻目的一些藻類相似,因此有人認為它們是有關係的,但依據光合作用產生的紅藻淀粉與繁殖時發生的果胞,則都證明與紅藻是同類的。此外,倘若詳細觀察生活史及細胞構造,則又和海索面目中的多種藻類相同,而孢子具變形虫狀蠕動的特點,則更能夠聯系這兩目。屬於這個亞綱的植物,多數的是構造簡單的種類,因此,可以認為是紅藻中的原始種類,而有人建議稱為原始紅藻亞綱(*Protofloridae*)。但也有人只認為紫菜目中的下等種類,如星絲藻(*Erythrotrichia*)與克林氏紅藻(*Kyliniella*),是兩綱中的公共原始種類。

(b)真紅藻亞綱 本亞綱除海索面目可以認為是與紫菜目同源而外,其餘各目演化的途徑如

何, 很难推测。海籜目 (Cryptonemiales) 孢子萌发成为盘状匍匐体, 由此发生直立綫形的枝条。除仙菜目 (海发目) (Ceramiales) 而外, 其余各目都有这些特征。但仅仅依据这一点, 就說彼此有关, 这样的定論, 很难令人相信。以綫体中細胞行列來說, 則仙菜目都是单行, 而紅皮藻目 (Rhodomeniales) 則都成多行。但隱皮藻目中多数的是单行。而杉海苔目 (Gigartinales) 中下等的是单行, 高等的則成多行。此外紫菜的色素与仙菜 (*Ceramium*) 相同。海索面与隱皮藻及杉海苔的頂端分生細胞分裂时, 都同是歪斜分裂。要想依据上述各点特征, 来解决演化問題, 則特別感到不足, 而紅藻亚綱各目的关系如何, 还未能有滿意的答复。

(十一) 藍藻綱 藍藻又称粘藻, 是藻类中最特殊而最原始的 1 群。它們无游动分子, 与其他藻类似乎沒有綫索可寻。而色素等与紅藻相同, 因此, 有人怀疑它們有关系。但經研究証实, 彼此很不类似 (見紅藻綱)。所以可称为藻类中独出的 1 支。从前的人以其构造类似細菌而合称为裂殖植物 (Schizophyta)。据近来研究者报告, 颤藻中有的含硫黃粒, 有的无色素。而在硫黃菌中則发现有的成綫状群体很象颤藻 (例如 *Thiothrix*), 有的与颤藻的运动方法以及构造都相同 (例如 *Beggiatoa*)。而鉄細菌 (*Cladothrix* 与 *Crenothrix*) 与颤藻特別类似, 且有的于綫体之外生鞘及发生假枝而和藍藻相似 (例如 *Cladothrix*)。由于彼此相同的特点太多, 因此虽在細菌中尚未发现中央体, 且有纤毛的区别, 而承認这两类是同源并进的, 似乎沒有阻碍了。藍藻中各目的关系如何, 尙无定論, 大概球形的藍球藻目 (Chroococcales) 是最原始的, 其余各式种类可能由球形种类演化而来。但关系如何, 难以断言, 而其演化等級的高低, 更使人不容易弄清楚。就拿颤藻來說, 有人說它是下等, 而念珠藻目 (Nostocales) 由它所出, 最后进化成多列藻目 (Stigonematales)。但也有人主張颤藻从有异形胞的种类演进而来, 是綫形种类中最高等的, 相反地, 多列藻恰好是最下等的。但近来的意見, 认为綫体藍藻都来自同源, 颤藻是先发生的种类, 且它的发生較异形胞的演化为早, 而多列藻則是最近发生的 1 支。

第二編 菌類植物



第二編 卷首图

鷄縱(*Collybia albuminosa*), 1938 年 9 月得于昆明市上。图中表示幼嫩尚未开放与成熟而成伞盖开放的子实体及其纵剖面; 其右侧为孢子。約有实物的 $\frac{2}{3}$ 大。(实物写生)

第一章 菌類植物概論

菌類植物(Fungi)一概沒有葉綠素，除特殊的象硫黃細菌等而外，都不能製造碳水化合物，必須營寄生生活。它們的植物體，嚴格地來說，都屬於配子體；孢子體很不顯著。如果根據兩性的細胞核雖未結合成為一體、但同居於一細胞中，就可以認為這枚細胞是孢子體，那麼，同一植物有配子體與孢子體都很發達的，或孢子體特別發達的。學者對於植物體的看法雖有寬嚴的不同，但有一點是相同的，即菌類植物體的構造都很簡單。最下等的是單細胞，甚至有不成細胞而僅僅是一團原生質的。高等的成為綫體，有細胞壁及細胞核的分化。也有象管藻那樣具多核的。最高等的其綫形體內有橫斷的壁，把全體分成若干節，每節含細胞核 1 或 2 枚。綫體分枝或不分枝。有散漫的，也有自相穿織、組合，成假薄壁組織或成為特殊器官的。菌類的綫形體，一概叫做菌絲，凡由一枚孢子所發育的全部菌絲，則總稱為菌絲體。

菌類植物分類系統

菌類植物依形態及構造等等的不同，通常分為 3 大綱或 3 門。但每綱或每門中科目的多少及次序的先后很不一致。茲取比較通行的分類系統，列表如下：

裂殖菌門(SCHIZOMYCETES)

I.

1. 真細菌目(EUBACTERIALES)
2. 硫細菌目(THIOBACTERIALES)

II.

1. 球菌科(COCCACEAE)
2. 杆菌科(BACTERIACEAE)
3. 螺菌科(SPIRILLACEAE)

III.

1. 真細菌目(EUBACTERIALES)
2. 放綫菌目(ACTINOMYCETALES)
3. 衣細菌目(CHLAMYDOBACTERIALES)
4. 柄細菌目(CAULOBACTERIALES)
5. 硫細菌目(THIOBACTERIALES)

6. 粘細菌目(MYXOBACTERIALES)

7. 波動細菌目(SPIROCHAETALES)

IV.

1. 真細菌目(EUBACTERIALES)

2. 分枝杆菌目(MYCOBACTERIALES)

3. 毛狀細菌目(TRICHOBACTERIALES)

4. 粘細菌目(MYXOBACTERIALES)

5. 波動細菌目(SPIROCHAETALES)

粘菌門(MYXOMYCETES)

I.

1. 群生粘菌目(ACRASIEAE)

2. 合生粘菌目(真粘菌目)(MYXOMYCEAE)

(a) 內孢粘菌亞目(ENDOSPOREAE)

(b) 外孢粘菌亞目(EXOSPOREAE)

II.

1. 真粘菌綱(MYXOMYCETAE)

(a) 內孢粘菌亞綱(ENDOSPOREAE)

(b) 外孢粘菌亞綱(EXOSPOREAE)

2. 寄生粘菌綱(PHYTOMYXINAE)

(a) 根腫菌目(PLASMODIOPHORALES)

3. 群生粘菌綱(ACRASIEAE)

真菌門(EUMYCETES)

I.

1. 藻菌綱(PHYCOMYCETES)

(a) 卵菌亞綱(OOMYCETES)

(b) 接合菌亞綱(ZYGOMYCETES)

2. 子囊菌綱(ASCOMYCETES)

(a) 半子囊菌亞綱(HEMIASCOMYCETES)

(b) 真子囊菌亞綱(EUASCOMYCETES)

3. 担子菌綱(BASIDIOMYCETES)

(a) 傘菌亞綱(HYMENOMYCETES)

(b)腹菌亚綱(GASTEROMYCETES)

(c)异担子菌亚綱(HETEROBASIDIOMYCETES)

銀耳目(TREMELLALES)

木耳目(AURICULARIALES)

銹菌目(UREDINALES)

黑粉目(USTILAGINALES)

地衣(LICHENS)

II.

1. 古生菌綱(ARCHIMYCETES)

2. 藻菌綱(PHYCOMYCETES)

壺菌目(CHYTRIDIALES)

卵菌亚綱(OOMYCETES)

接合菌亚綱(ZYGOMYCETES)

3. 子囊菌綱(ASCOMYCETES)

半子囊菌亚綱(HEMIASCOMYCETES)

外子囊目(TAPHRINALES)

真子囊菌亚綱(EUASCOMYCETES)

煤病菌目(PERISPORIALES)

多囊腔目(MYRIANGIALES)

肉座菌目(HYPOCREALES)

球壳目(SPHAERIALES)

座囊菌目(DOTHIDEALES)

縱裂壳目(HYSTERIALES)

半球壳目(HEMISPHAERIALES)

星裂壳目(PHACIDIALES)

盘菌目(PEZIZALES)

块菌目(TUBERALES)

小虫囊目(LABOULBENIALES)

4. 担子菌綱(BASIDIOMYCETES)

多孔菌目(POLYPORALES)

伞菌目(AGARICALES)

腹菌亚綱(GASTEROMYCETES)

銀耳目(TREMELLALES)

鸡油菌目(CANTHARELLALES)

花耳目(DACRYOMYCETALES)

木耳目(AURICULARIALES)

銹菌目(UREDINALES)

黑粉目(USTILAGINALES)

5. 半知菌綱(FUNGI IMPERFECTI)

III.

1. 藻菌綱(PHYCOMYCETEA)

单毛水霉目(MONOBLEPHARIDALES)

水霉目(SAPROLEGNIALES)

霜霉目(PERONOSPORALES)

接合菌亞綱(ZYGOMYCETEA)

毛霉目(MUCORALES)

虫霉目(ENTOMOPHTHORALES)

原生菌目(PROTOMYCETALES)

2. 子囊菌綱(ASCOMYCETEA)

小虫囊目(LABOULBENIALES)

茶漬目(LECANORALES)

盤菌目(PEZIZALES)

塊菌目(TUBERALES)

縱裂壳目(HYSTERIALES)

外子囊目(TAPHRINALES)

球壳目(SPHAERIALES)

核菌目(PYRENOLALES)

肉座菌目(HYPOCREALES)

座囊菌目(DOTHIDEALES)

半球壳目(HEMISPHAERIALES)

假球壳菌目(PSEUDOSPHAERIALES)

多囊腔目(MYRIANGIALES)

白粉菌目(ERYSIPHALES)

曲霉目(ASPERGILLALES)

酵母目(SACCHAROMYCETALES)

銹菌目(UREDINALES)

黑粉目(USTILAGINALES)

3. 担子菌綱(BASIDIOMYCETEA)

木耳目(AURICULARIALES)

銀耳目(TREMELLALES)

花耳目(DACRYOMYCETALES)

伞菌目(AGARICALES)

腹菌目(HYMENOGASTRALES)

鳥巢菌目(NIDULARIALES)

馬勃目(LYCOPERDALES)

鬼笔目(PHALLALES)

4. 半知菌綱(FUNGI IMPERFECTI)

本书的分类系統 菌类的分类系統太多，无所适从。因此，綜合各系統的所长而加以調整。拟將菌类植物仍定为門，其下分裂殖菌、粘菌、真菌 3 綱。真菌綱以下，又分藻菌、子囊菌、担子菌以及半知菌 4 亚綱。在藻菌亚綱之下，另分古生菌、卵菌、接合菌 3 类。子囊菌亚綱也分为半子囊菌及眞子囊菌 2 类。担子菌亚綱則分为半担子菌、异担子菌、伞菌及腹菌 4 类。各类以下再分为目。关于詳細內容，請閱本編第二——八章。

第二章 裂殖菌綱(SCHIZOMYCETES)

本綱特征 裂殖菌又名細菌(Bacteria),前者以繁殖的方法而得名,后者取义于体积的微小,綜合这两个名詞的涵义,就可以知道这1綱植物的一般特征了。細菌的生活方式除极少数的以外,都营腐生或寄生。有益或有害;人、畜、植物的疾病多半为細菌所引起。而对于氮的固定、蛋白質的分解,則有助于肥料的制成。醇类的变酸、果胶質的分解等等在工业上应用很广。各种抗生素,如金霉素、鏈霉素、綠霉素等新型重要藥品,都是細菌的产物。此外,象大气中的碳与氮的循环,都要靠細菌的作用才能进行。茲将細菌形态各点概列如下:

形状 細菌种类繁多,形状各异。即属于同一种类的,也往往因环境的不同,而形状也有所不同。但概括地來說,可分为3大类: (1)球菌(Cocci),細胞单生时为圓球形,双生时則为半球形(如 Diplococci)。 (2)杆菌(Bacilli),全体直而长,象杆棒状,两端式样不一,或平,或圓,或尖,或成小球形,有的生有纤毛。 (3)螺菌(Spirilla),全体为一次弯曲或多次弯曲成螺旋状,两端通常尖形。又有人将一次弯曲的,叫做弧菌(Vibrios),而将螺旋状的,才叫做螺菌。螺菌通常生毛,有些分化成綫体(如 *Beggiatoa*),有些发育与粘菌相似的子实体(如 *Myxobacteriaceae*)。

体积 球菌直径通常为0.75到1.25微米之間(如 *Staphylococci* 及 *Streptococci*)。也有1.5到2微米的(如 *Micrococci*)。杆菌有长到100微米的,中等大小的长度是0.7到1.5微米,闊度是0.2到0.4微米。

細胞核 細胞核的有无,为多年来爭执之点,因此就牽涉到植物体是1枚細胞或仅仅是1个細胞核的問題。最近电子显微鏡发明,用此以供窺探,或者用紫外綫摄影,于是細菌的秘密就逐漸地被揭露了。在細菌学者的努力研究之下,对于細菌的細胞核的研究有很多貢獻,托浦萊等[Topley 和 Wilson 1949]認為:“細菌非但有細胞核,且在綫体細菌中發現有多核的。这些多核的綫体虽是1个单独的細菌杆棒,但可能是1个多細胞的构造。此点非特与形态学有关,而且对于遺傳也有影响”。过登及白乐司[Jordan 及 Burrows 1946]則謂:“細菌虽无明显的細胞核,然以化学性質而論,其細胞中确实含有細胞核的成分”。而辛舍[Zinsser 等 1935]等則謂:“依据显微鏡的摄影,及紫外綫的透視与証据,細菌的含有細胞核可以明确”。

染色体 近些年学者对于細菌的細胞核的研究既有进展,而对于染色体的发现尤有貢獻。染色体的单倍数(N)是1及7等种种。又老細胞中的染色質团比較微小,幼細胞中的較大。

細胞壁 細菌的細胞可分为內、外两部。在周圍的是外部。关于外部,有人用細胞膜、外原生質层,甚至“皮层”等等名詞。实际上都指細胞壁而言。在电子显微鏡放大的細菌摄影上,細胞壁的存在非常显明。且当質壁分离的时候,与細胞壁截然分开,此种現象更可証明細胞壁的性质与其他植物并无区别。所以細胞壁这个名詞用于細菌的細胞没有什么不适合的。此外,关于細胞壁的构成物質,有人說是“既非纖維素,也非几丁質”的。又有人說是“由原生質的外层所組成”的。从前有人說它是几丁質的,現在已經証明这种說法是不正确的。

細胞質膜 細菌的細胞与其他植物相似,在細胞壁之內,另有細胞質膜、有胞間联絲。多細胞的細菌,相連成綫体的,2个連接的細胞互相通連,这和紅藻相似。

壳胞 細菌有分泌1个原壳以为包圍的,叫做壳胞。除壳胞而外,又有分泌胶质及胶质中再有壳胞的。壳胞的发生是在环境不适宜时細胞休眠的現象。但也有人认为是細菌生活史中必經的过程,而并不是休眠。

絨毛 各类細菌中虽都有具絨毛的,但以杆状的为多。絨毛是細胞質向外延长而成,全体细长,长度不一定,普通最短的也比細菌本身要长一些。細菌絨毛生长的式样,概括地來說,可分为4种:

- (1)单絨毛的 在杆狀細菌的一端生絨毛1根。
- (2)双絨毛的 杆的两端各生毛1根。
- (3)丛生絨毛的 無論一端或两端,都生有絨毛多根。
- (4)周生絨毛的 全杆四周都生有絨毛。

繁殖方法 (1)无性繁殖 細菌的无性繁殖方法很多,茲略举几种如下: (一)对分 細胞长成后,横断分裂成相等的两部分。(二)发芽 由母体的旁側向外发芽,芽长大后与母体分裂成2个体;或不分离而繼續向前发芽,成为1串細胞,然后各个分离。(三)分枝 白喉、肺病、伤寒等細菌,由杆狀細菌先长成Y字状,然后分断,此种現象又叫做“三点繁殖”。(四)分生孢子 細胞一端膨大成球形的孢子,而与母体分断。(五)藻孢 原生質体分段收縮,每段成孢子1枚。(2)有性繁殖 細菌的有性繁殖到近些年来才渐渐发现。大概是接合生殖[Topley 等 1949, Zinsser 等 1935]。

裂殖菌綱提要

(1)自电子显微鏡发明后,我們对于細菌的观念更改了很多。(2)細菌确是单細胞植物,它們的植物体确是1枚細胞。(3)細胞核并没有膜,与組織完善的核仍有区别。(4)有細胞壁,而化学成分并非几丁質。(5)有細胞質膜。(6)有性、无性两种繁殖方法都有。(7)細菌与藍藻及噬菌体在演化上都有关系(詳見第一編藍藻演化的討論)。(8)以粘細菌科(Myxobacteriaceae)的生活史而論,則与粘菌及古生菌似乎不无关系。(9)細菌对于人生的关系非常重要,自然界碳与氮的循环,工业、医药上的利用,人、畜、农作物的病源——都和細菌直接或間接有关。(10)最近几年,向来依靠进口的抗生素药品,我們自己都能生产了,象:从金霉素鏈霉菌(*Streptomyces aureofaciens*)中取出的金霉素,从灰色鏈霉菌(*Streptomyces griseus*)中取出的鏈霉素,从委內瑞拉鏈霉菌(*Streptomyces venezuelae*)中取出的氯霉素,从龟裂鏈霉菌(*Streptomyces rimosus*)中取出的土霉素,都是从放射菌中取出的。另外,从杆菌中也取出了很多抗生素,象:从短芽孢杆菌(*Bacillus brevis*)可以取制短杆菌素,多粘芽孢杆菌(*B. polymyxa*)可以取制多粘菌素等等。而蔡潤生等发现新种放射綫菌(*Streptomyces melanochromogenes* 1779),可以取出放綫菌素K来医治毒癌,这是对医药上的极大的貢獻。以上所举的这些,都是我国科学家最近几年来的成就。

第三章 粘菌綱(MYXOMYCETES)

本綱特征 粘菌的构造极为简单,除繁殖时期以外,都是1团裸露的原生质。有白、黄、红等各种颜色。且有伪足吞食固体食物。因此,在形态与生理方面,都与变形虫(amoeba)相似。当繁殖之时,全部营养体分化成子实体。子实体的形状和构造,依种类而有不同,有扁而圆,似云南制作的围棋子而略高厚的,称为块状复孢囊(图 79. A)。有分段连续略似拐枣或花生的形状,称为不定形复孢囊(图 79. B)。也有成其他形状而分成不育及能育两部分(图 79. C. D)。颜色也各不相同。例如:管灰菌(*Tubifera ferruginosa*)为褐色,垂头团网菌(*Arcyria natans*)及裸团网菌(*A. denudata*)初为黄色,后成红色,粉瘤菌(*Lycogala epidendrum*)为褐灰色,而团毛菌(*Trichia varia*)等与棒形半网菌(*Hemitrichia clavata*)为黄色,褐发网菌(*Stemonitis fusca*)为棕黑色。粘菌的子实体是孢子囊,而孢子壁的构成物质是纤维素。所以它们在营养时期与繁殖时期分别具有动植物两方面的特性,可以认为是两界中间的生物,因此粘菌有菌动物(Mycetozoa)及粘变形虫(Myxamoeba)等别名。粘菌中如褐发网菌(*Stemonitis fusca*),煤绒菌(*Fuligo septica*),灰绒孢菌(*Physarum cinereum*)与粉瘤菌(*Lycogala epidendrum*)等分布很广,是举世所共有的种类。粘菌除孢子囊与孢子的色泽、形状、构造等是分类的标准外,现在根据原生质体的形态及发育,分为群生及合生2目。

群生粘菌目(ACRASIEAE)

本目特征 本目粘菌的营养体是裸露的原生质团,形状与生理都与变形虫相似,且不发生纤毛。繁殖时,各变形虫状的原生质体互相集成1大团,内有细胞核多枚,因为它们是集合并成的,所以叫做集合多核原质团。由此发育成为具有种类特征性的子实体。

圆灰菌属(腐滴菌属)(*Dyctiostelium*)

构造 此菌营养体的构造是1团裸露的原生质,内含细胞核及收缩泡各1枚,蠕蠕展动在动物粪便上,很象变形虫。繁殖体分化为不育的杆(称为孢子囊杆或子囊群杆)及围集于杆部上端的孢子(或称孢子囊)两部分。

繁殖方法 (1)无性繁殖 每1变形虫状的原生质,可自行分裂成2个体,这是它的无性繁殖。(2)有性繁殖 当营养生活的末期,多数变形虫状的原生质体互相集合,组成1多核的原质团,这是集合原质团。在此时期,有仍然能活动的;也有活动停止而发育成子实体的。当原生质体集合的初期,细胞核即进行交配。因此,以后的原质团,实际上是接合子,就是孢子体,而不是配子体。

子实体的形成 子实体形成之先,一部分的原质团,在每1个变形虫状单位的四周,分泌1层细胞壁,以便组成子实体不育的基部及杆。原质团的另一部分,由基部沿杆向上流动,结果聚集于杆的上端,成1大团。然后,各变形虫状的单位分泌1壁,便成为1个孢子(或称为孢子囊)(图79. E, F)。孢子脱落,又可萌发成1个新变形虫状的粘菌(图79. G—I)。

生长环境 此菌生长于动物粪便上及土壤中。

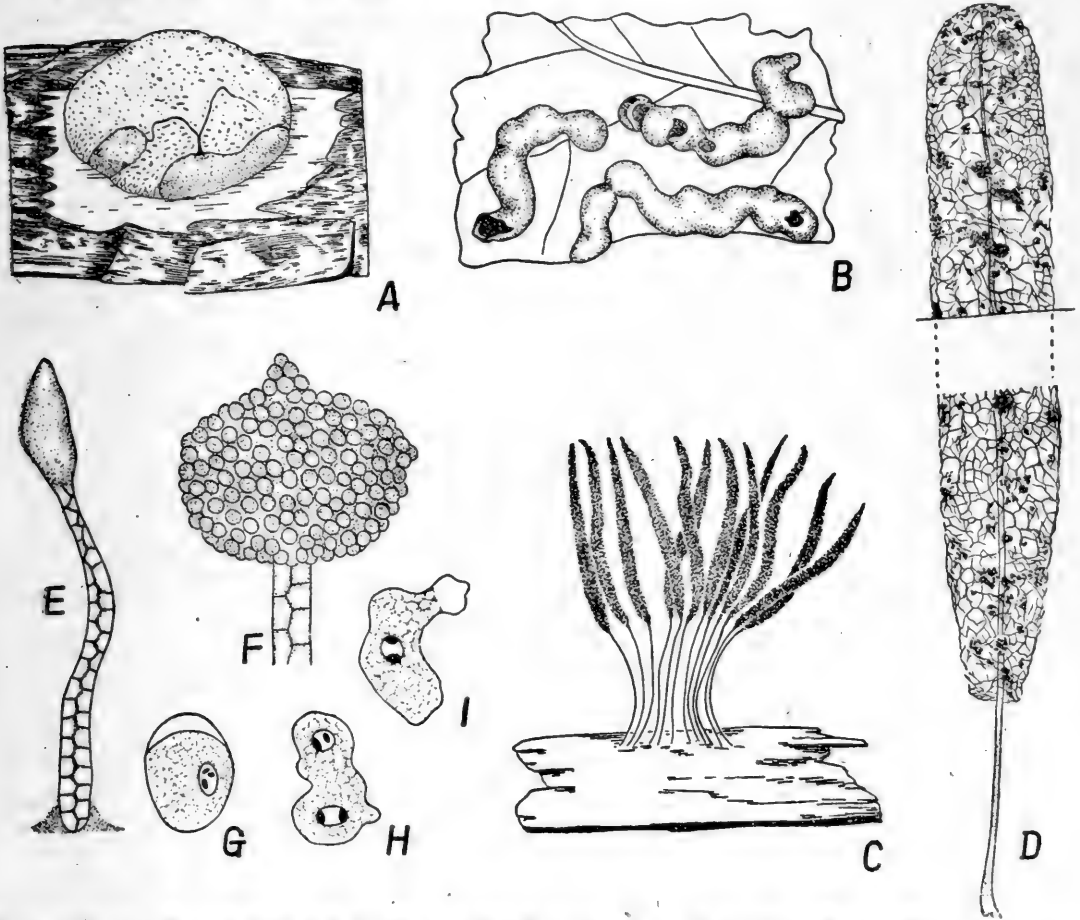


图79. 粘菌的孢子囊: A. 煤絨菌的扁圓孢子囊; B. 灰絨泡菌的分段子囊; C. 褐发网菌的子囊杆及子囊; D. 同C, 放大, 表示孢絲及囊軸; E—I. 圓灰菌; E. 子实体全部; F. 老子实体的一部分; G. 孢子萌发; H. I. 粘变形虫。(D. 临实物, 半略图, 空白处是表示子囊縮去的部分。C. 临 Coulter; A—B. E—I. 临 Smith, 重繪)

合生粘菌目(MYXOMYCETAE)

本目特征 合生粘菌目又称为真粘菌目。营养体是变形虫状具单纤毛的单位, 即是游动孢子。交配后, 接合孢子的细胞核继续不断地进行間接分裂, 成1大型的原质团(图80. A—G)。由此发育为具有特征的孢子囊(图80. H—J)或子囊群。孢子产生于子囊的内部或外部。

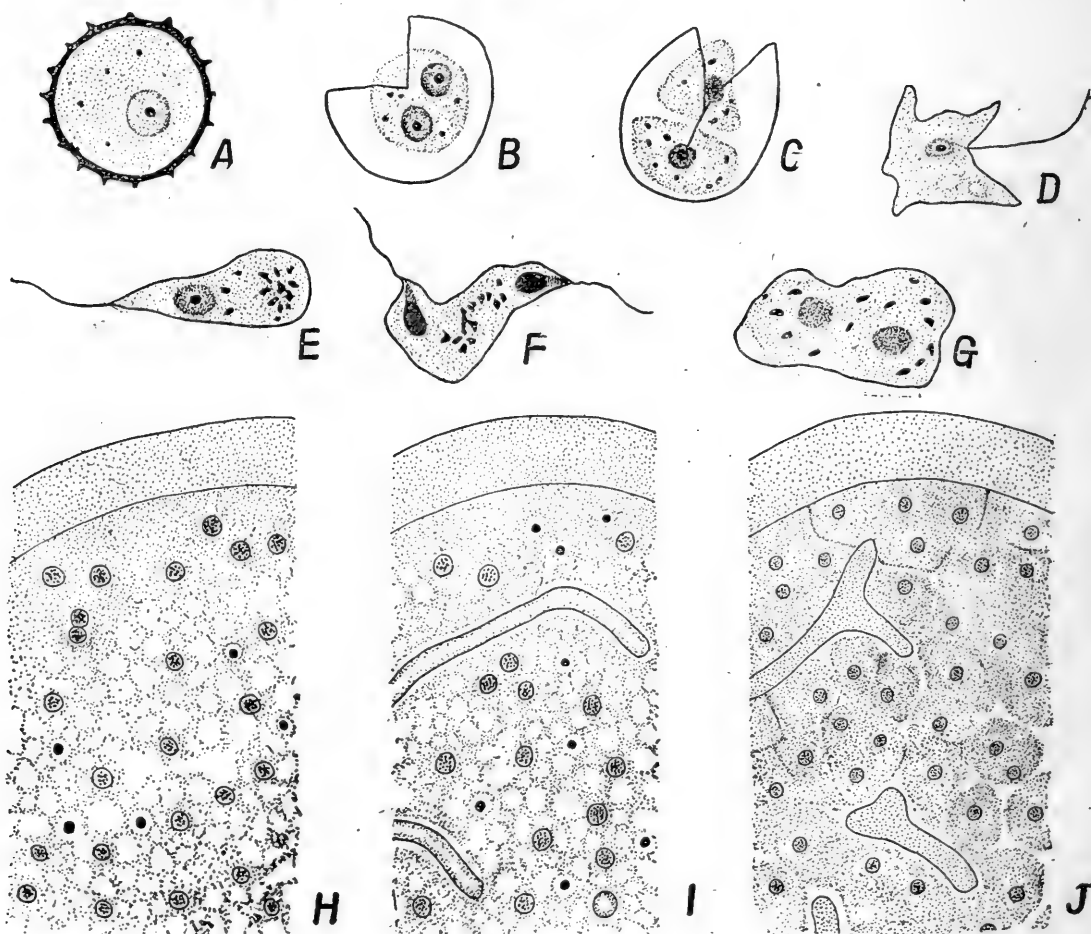


图 80. 灰絨泡菌: A—C. 孢子萌发; D—E. 配子; F. 交配; G. 接合子; H—J. 孢子囊形成; H. 孢絲未发生的时期; I. 孢絲已形成的时期; J. 原生质龟裂成孢子。(A—C. 自 Smith 临 Howard, H—J. 临 Smith, 重繪)

內孢粘菌亞目 (ENDOSPOREAE)

本亞目特征 孢子产生于孢子囊周层之内。原质团极为发达，通常蠕蠕行动于阴湿地区的腐烂树木、叶片上，状如变形虫。原质团可分可合，同种相遇也能联合成为一体。环境不适宜的时候，质体可变浓厚，暂时成为角质状的体眠体。繁殖时，迁移到光亮干燥的地方，全体发育成为孢子囊 1 至多枚。孢子囊有柄或无柄，各具特有的征状与色泽。

发网菌属 (*Stemonitis*)

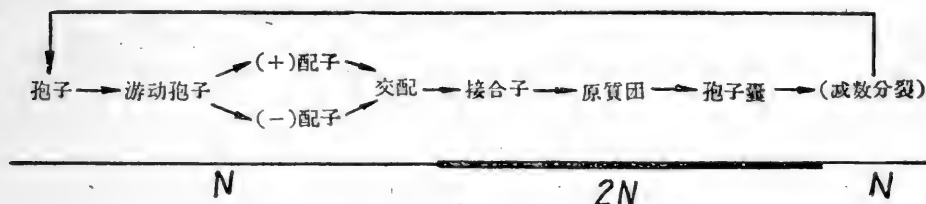
构造 发网菌植物的构造，因生理的演变，可分为营养与繁殖两个时期。在营养时期中，全体是变形虫状及多核的原质团。在繁殖时期，则全体分化成孢子囊。此菌的生活史非常简单，当

孢子在环境适合的时候,萌发为1团裸体的原生质。内含1枚细胞核,1,2个收缩泡,且发生1根纤毛,这就是游动孢子。不久,纤毛收缩,全体成为变形虫状。细胞核分裂为2枚,全体分裂成2个变形虫。2个变形虫(配子)相遇而交配,成1个接合子。接合子除染色体的数目加倍外($2N$),一切都与变形虫状的配子体相类似。此后,细胞核继续不断地进行间接分裂,结果在1大团原生质中,有细胞核多枚,成为原质团。最后,全体发育成1个孢子囊。孢子囊棕黑色,长筒形,下部有细纤的柄,称为孢囊梗。梗在囊内的部分,由囊的基部直达于顶端,位于中央的,叫做囊轴。囊轴向各方分枝,成为不规则的丝状体,叫做孢丝。囊内满生孢子。成熟时,囊的周层破裂,孢丝向外扩张,将孢子弹散于四方(图 79. C—D)。减数分裂在孢子形成之前进行。

笔者于1938年9月25日黎明时,在昆明金碧公园中的木桩上,见褐发网菌孢子囊的形成。先为灰白色蚕子状密生的小圆球一丛,排列甚为整齐。不久,渐渐向高生长,其色泽也随之变深,如此便成为丛生的孢子囊群。

生长环境 此菌多生于阴湿腐烂的树木上。我国南北各地都有。

褐发网菌生活史图表



外孢粘菌亚目(EXOSPOREAE)

本亚目特征 孢子生于孢囊柱的外周。原质团平常永远隐居于腐烂树木的内部。当发育为子实体时,始露出寄主的表面。由此分化为孢囊柱及孢子。本亚目仅1属。

鹅絨菌属(*Ceratiomyxa*)

构造 全体成变形虫状的原质团。当发育子实体之前,始由寄主内部露出于外,成乳头状的突起。由此分化成1中央胶质杆,即孢囊柱。柱的外周有原生质包围着,这些包围的原生质自行龟裂成为小块,每块分泌1个薄壁,便成为1枚孢子(也有人认为它是小型的孢子囊的)(图 81. A—G)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 大概原生质体可以自行分裂。(2)有性繁殖 孢子最初含有1枚细胞核,经分裂后,成为4枚细胞核。这次分裂可能是减数分裂。孢子脱落以后,孢壁上发生一孔,原生质体由此排出体外。每1个细胞核与包围它的细胞质自成1个单位。由此分化成为具有单纤毛的配子2枚。结合时,两配子由尾端开始融合成为1体。细胞核结合后,行动停止。接合子膨大成圆球形。由此发育成1原质团。但发育的步骤如何,则尚无报告(图 82. H—R)。

生长环境 此菌寄生于枯死腐烂树木的内部。

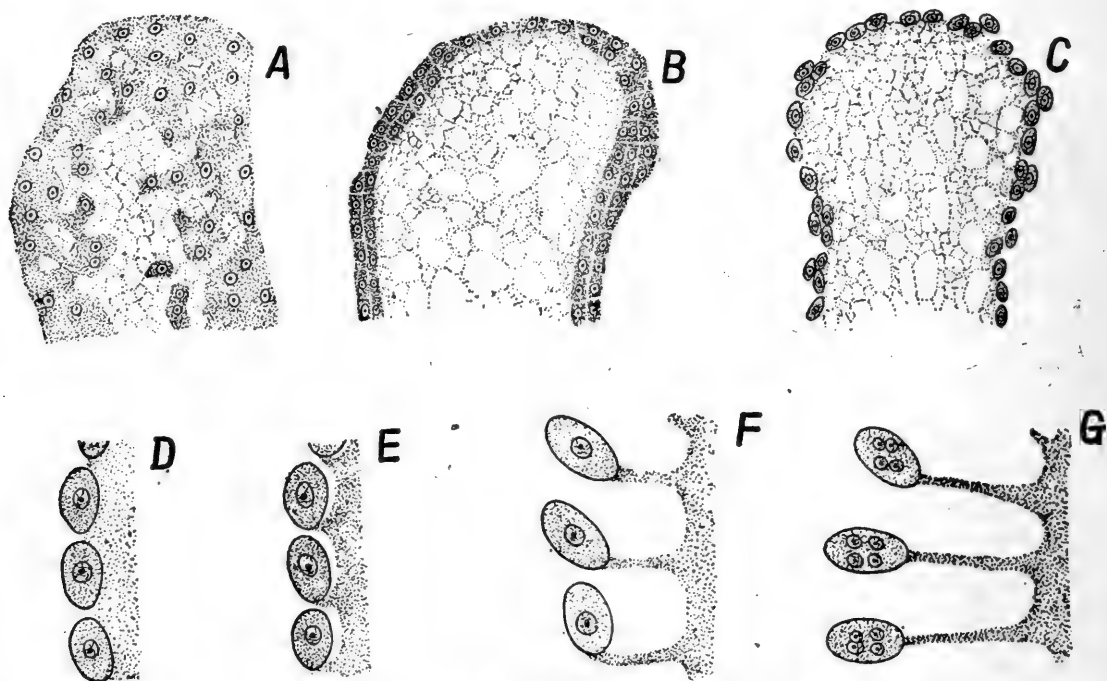


图 81. 鵝絨菌: A—C. 子实体的形成; A. 幼嫩时期; B. 原生质龟裂; C. 孢子形成; D—G. 孢子伸展的略图。
(A—C. 临 Smith, D—G. 自 Smith 临 Gilbert 大意, 均重繪)

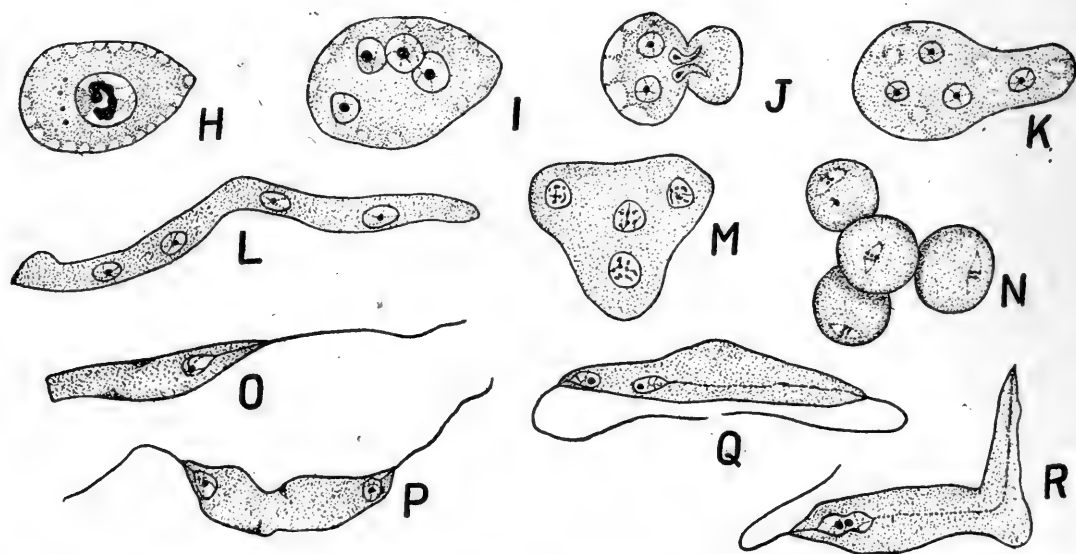


图 82. 鵝絨菌。孢子萌发及配子交配: H. 单核孢子; I. 双核孢子; J. 萌发; K—L. 脱离孢壁不久的原生质体; M—N. 原生质膨胀成球形, 并龟裂成单核孢子; O. 配子; P—R. 配子配合的各个时期。(自 Smith 临 Gilbert 重繪)

粘菌綱提要

(1)这 1 綱植物是菌类的另 1 支,而且是最简单的。(2)粘菌可以分为群生及合生 2 大群。而合生粘菌中又可分为孢子内生与外生 2 类。(3)粘菌营养时期的性質与动物无异;繁殖时期,則与植物相同。(4)有人将古生菌中的甘藍根肿菌(*Plasmodiophora brassicae*)列为本綱的 1 亚綱(*Phytomyxineae*)。(5)粘菌来源并不单纯,但由原生动物(*Protozoa*)演化而来的成分較鞭毛类为多。(6)与其他真菌的关系很少。但与古生菌中的一部分,象根肿菌之类,似乎有关系,而与細菌中的粘細菌科(*Myxobacteriaceae*),也有相似之处。

第四章 真菌綱(EUMYCETES)

本綱特征 真菌种类繁多,形态各別。有的与藻类共生成地衣(Lichens)。有的全体与粘菌相似,成为变形虫状的原質团。也有的分成細胞或菌絲。菌絲又有分枝与不分枝,有节与无节的区别。細胞壁化性的成分,在下等种类則以纖維素为主,在高等种类則以菌类纖維素或几丁質为主。

繁殖器官与繁殖方法 繁殖方法具有性与无性两种,或只具1种。孢子的式样很多,甚至在同一植物上有4,5种不同的式样。孢子直接为菌絲所产生,或者为植物体所分化(古生菌的孢子),也有經過特殊的构造与步骤而形成的(子囊及担子孢子)。此外,更有的由菌絲先組成特殊的器官,然后产生孢子。在有性繁殖时发育配子,配子有同配生殖与异配生殖之别,而异配生殖之中又可分异积和真正异形的2种。配子具絨毛或否。游动孢子为下等水生种类的无性孢子。下等陆生种类通常发生分生孢子,由此产生游动孢子。所以,分生孢子实际上就是由游动孢子囊特化而成的。同一游动孢子,又有前后时期具2种形状的。这种孢子,叫做两游游动孢子。这种现象,叫做两游現象。真菌通常营寄生或腐生,除一部分下等的水生外,通常营陆生。茲将各亚綱叙述如下。

第五章 藻菌亚綱(PHYCOMYCETES)

本亚綱特征 这1綱植物种类不多,在菌类全数之中是比較小的1群。植物体有与粘菌相似,为1团裸露原生质的。也有分泌細胞壁,成为单細胞的。如果发育成菌絲,则为管藻状多核无隔的构造,因此有藻菌的名称。菌絲受伤及生长繁殖器官时,则生长横隔壁,以进行隔离。繁殖时,有性繁殖与无性繁殖都有。除最下等的种类,全植物体分化为1个单独的或1群的孢子囊外,其余的藻菌都在无性繁殖时发生孢子囊,体内产生多量孢子。有性繁殖时,发生同形或异形的配子囊。接合孢子通常有厚壳,而且是休眠孢子。减数分裂通常在接合子萌发之前进行。

藻菌可分为三类(也可以称为目): (一)古生菌, (二)卵菌, (三)接合菌。

古生菌类(ARCHIMYCETES)

本类特征 本类植物是真菌中最下等的。植物体有的与粘菌相同,仅仅是1团裸露的原生质。也有发生細胞壁,成单細胞,或发育成伪足状的吸收器,及发育多枚无节的菌絲体的。多数在繁殖的时候,植物体全部或一部分分化成子实体。有性繁殖时,产生配子。配子同形或异形(异积)。同体或异体所产生的配子都能交配。无性繁殖的时候,产生游动孢子。本类植物多数寄生于水生及陆生的动、植物或他种菌类。极少数为腐生。

根肿菌目(PLASMODIOPHORALES)

本目特征 植物体为变形虫状的裸露原质团,营养与发育完全在寄主体内进行(图 83。

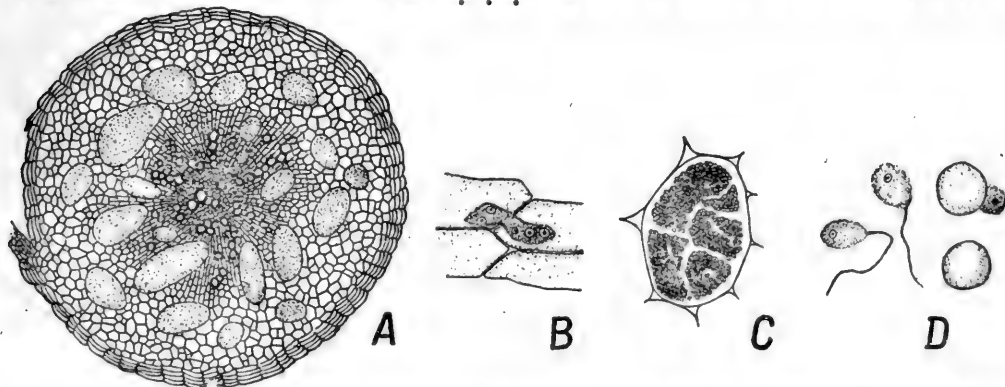


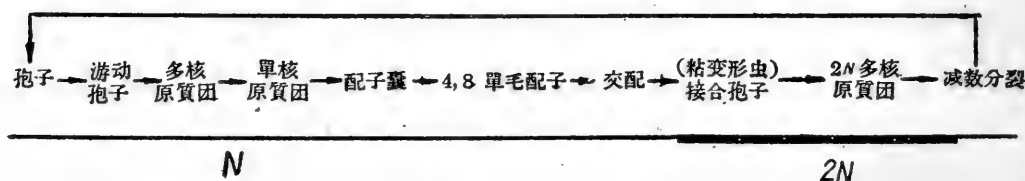
图 83. 甘藍根肿菌: A. 病根的横剖面略图,表示病菌生长的地方及組織的畸形发育; B. 病菌的多核原质团穿越形成层細胞; C. 孢子; D. 孢子萌发及游动孢子。(A.和 C. 貼切片; B. 自 Heald 貼 Kunkel; D. 自 Smith 貼 Chupp)

A—B)。繁殖时，全植物体分化成孢子。孢子有壁，萌发时，每1个孢子发育成为1个具有单纤毛的游动孢子或配子(图 83. C—D)。

甘藍根肿菌(*Plasmodiophora brassicae*)

病征 此菌除寄生于甘藍的根部而外，多数十字花科植物都可以受它的侵害，甘藍幼苗受害3—5个星期时，根部肿大10—12倍，叶色变为灰綠或发黄，受害的幼苗往往死亡得早。受害稍迟的，虽不立即枯死，但菜叶終不包卷成球以供食用，而根部肿大并且潰烂。

甘藍根肿菌生活史图表



生长环境 此菌在欧、美两洲都很普遍，且为害很大。我国并不多見，它生长所在和甘藍等十字花科植物栽培地区有关。

壶菌目(CHYTRIDIALES)

本目特征 本目菌类构造簡單，是菌类中的极下等的。菌絲体很不发达，全体是1枚单細胞，或是纤细的綫状体而末端逐渐尖細。也有较为粗大成筒状构造的。菌絲体的生长限于寄主1枚細胞之内，或分枝穿越几枚細胞。繁殖时，全植物体分化成1群或1个孢子囊或休眠孢子。无性繁殖时，全植物体或其一部分发育成为单細胞孢子囊。子囊壳薄，而生于夏日的是夏孢子囊，厚壳的叫做休眠孢子囊。游动孢子具纤毛1或2根。有性繁殖时，产生具有纤毛的配子，由交配的结果而发育的孢子囊或孢子，叫做接合孢子囊或接合孢子。本目菌类为寄生或腐生，水生或陆生。水生的通常寄生于藻类及其他藻菌之上，也有以水中腐烂的果实、花粉粒、树枝、昆虫尸体等为寄主的。本目包含菌类甚多，茲取世界有名的馬鈴薯癌肿病菌，及我国近年发现的根壶菌等，分述如下：

馬鈴薯癌肿菌(*Synchytrium endobioticum*)

病征 此菌专主侵害馬鈴薯的块莖，使它发生贅疣状的突起(图 84. H—I)。瘤色初是白的，久之則变棕锈色，受病的馬鈴薯日久則腐爛。

生活史 此菌极为簡單，几无任何构造可言。当它由孢子萌发后，成为变形虫状的原質团，有1枚細胞核及1, 2个收縮泡。与变形虫不同的是有1根纤毛而已(图 84. E)，这就是游动孢子。不久，纤毛收縮，全体与变形虫无异，便由寄主外部钻入皮层細胞中(图 84. F)，通常圍繞于寄主細胞的四周，而且逐漸长大。它的細胞核也随着剧烈地增大，逐漸充滿寄主的細胞时，分泌薄

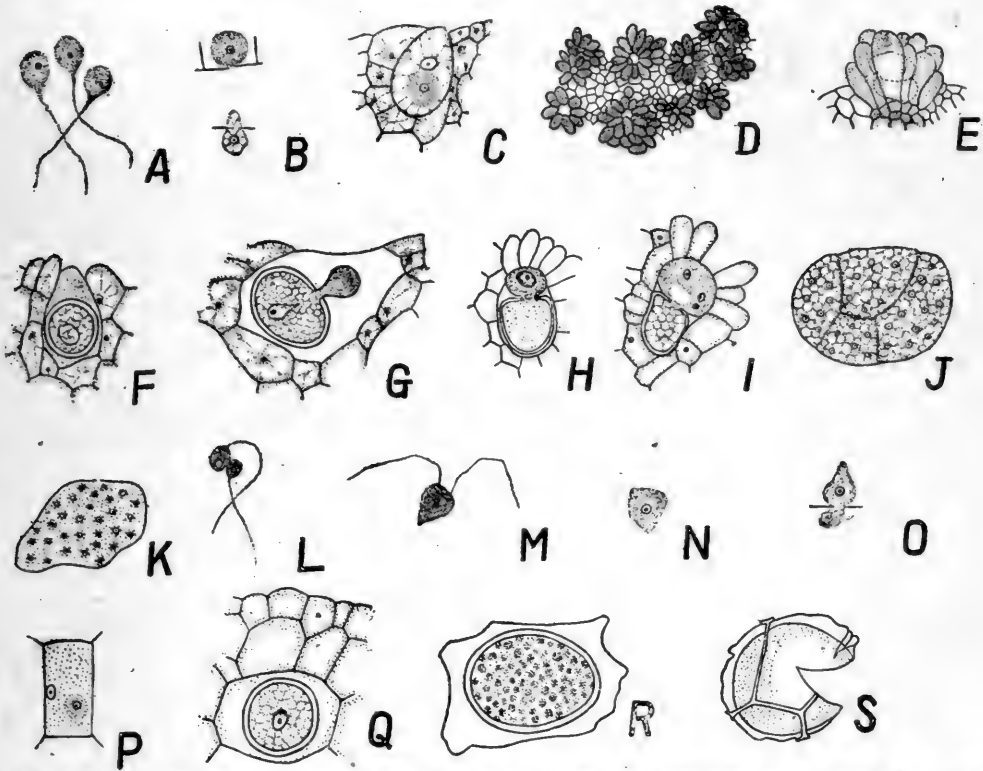


图 84. 馬鈴薯腫朥菌: A. 游动孢子; B. 病菌內侵; C. 病菌侵入后, 畸形膨大的表皮細胞; D. 未成熟的夏孢子群; E. 已交配的細胞; F. 成熟的夏孢子; G—I. 夏孢子萌发; J. 幼子囊群; K. 成熟子囊; L—M. 交配; O—P. 接合子內侵; Q. 幼休眠孢子; R. 休眠孢子内部游动孢子原基的形成; S. 空的休眠孢子。(自 Gaumann & Dodge 临 Curtis, 重繪)

壁成为夏孢子(图 84. G)。夏孢子并不休眠, 它的原生质体与内孢膜不久穎脫外孢而出, 成为 1 囊而仍居寄主細胞之中, 同时, 細胞核分裂, 成为 1 个大型而多核的原质团(图 84. J—M)。同时, 由此可以自行分裂为 9 小团, 每 1 小团是 1 个孢子囊。每 1 个孢子囊中发育成孢子 200—300 个(图 84. N—O)。孢子囊膨大, 将子囊群的壁及寄主組織脹破, 孢子囊遂得出外。不久, 每个孢子囊发生无色透明的小管 1, 2 根。管破裂时, 无数单細胞核的游动細胞由此泄出, 游泳于土壤的水中, 其中有不经过交配而直接侵害新寄主的是游动孢子, 其中相遇而交配的則是配子, 由此侵入寄主。交配时, 是旁側交配, 而头各向一方。交配后, 成 1 个形体較大而具有 2 根纤毛的游动孢子(图 84. L—M)。不久 2 个孢子核交配成为 1 体, 成为接合子。接合子游泳达到寄主时, 纤毛收縮, 同孢子囊所发育的游动孢子一样, 以同样的步骤钻进寄主細胞中(图 84. O—P), 发育成 1 个厚壁的休眠孢子, 成为冬孢子, 又名厚壁休眠孢子。休眠孢子所在之处, 比較夏孢子更为深入, 夏孢子通常在寄主皮层的外周, 而休眠孢子則每在寄主的内部(图 84. Q)。次春萌发时, 細胞核先行减数分裂, 然后成为 1 个多核的原质团(图 84. R—S)。每 1 个細胞核与它周圍的細胞质組成 1 个孢子, 由这种孢子又可萌发成为游动孢子。如上所述, 它的夏孢子、休眠孢子, 实际上都是孢子囊。

生长环境 此属菌类, 通常以被子植物的表皮为寄主, 而这 1 种寄生于馬鈴薯上, 使寄主成

癌肿而腐烂。

根壶属(*Rhizopodium*)

构造 植物体分为营养及繁殖二部分, 营养部分伸入寄主细胞之内, 是裸露的原生质成根状的分歧。繁殖部分居寄主体外, 通常近于球形, 外周具有分化明显的细胞壁, 内部含有无数的细胞核(图 85. C)。

繁殖方法 (1) 无性繁殖 繁殖时, 体内原生质体最初龟裂, 成为无数小块, 每块含 1 个细胞核, 并分化为 1 个单纤毛的游动孢子。游动孢子遇到新寄主时, 纤毛消失, 发生假根状的凸起, 伸入寄主的细胞中, 在寄主体外的部分分泌细胞壁, 便成为 1 个新植物(图 85. A—D)。(2) 有性繁殖 依游动孢子发育的同样步骤, 产生同形配子。正(+)配子依游动孢子萌发时的相同步骤, 发育 1 个新植物。另 1 配子, 即负(-)配子, 在其体的上部, 同其粘合, 此后两端相通。(+)配子中的原生质体全部泄到(-)配子中, 而两细胞核行交配, 便成为 1 个接合子。不久, 分泌 1 层厚壳(图 85. E—I)。接合子在 2—3 日内萌发, 并产生游动孢子。

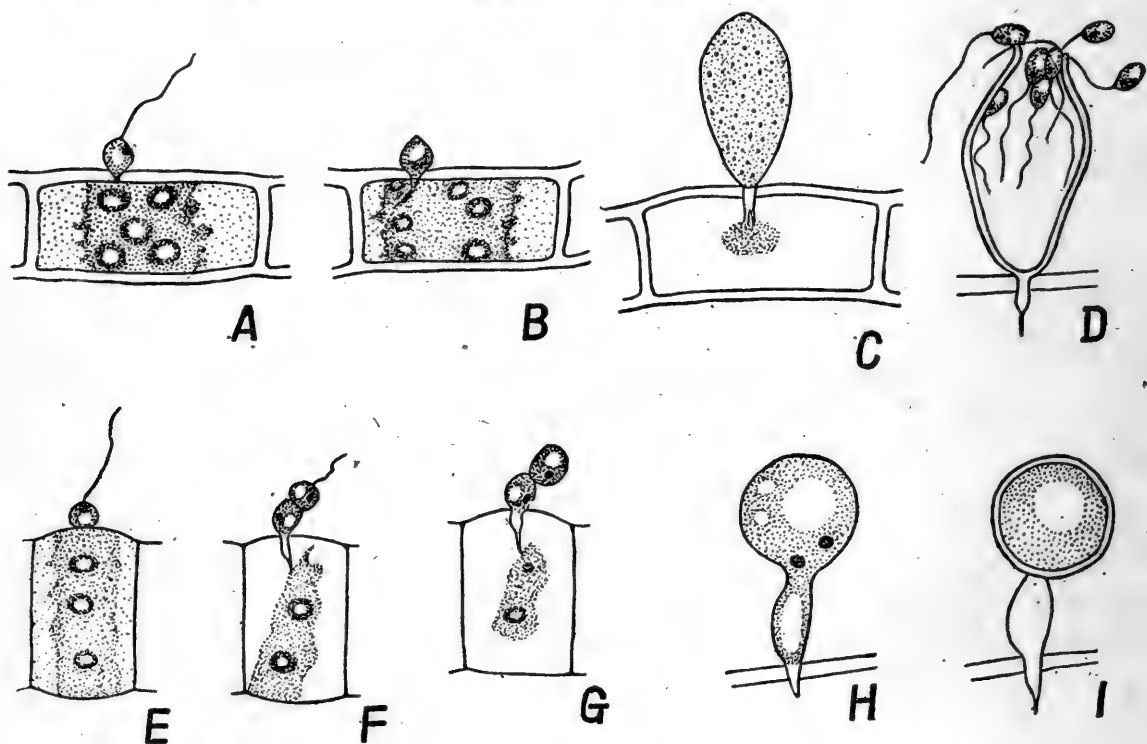


图 85. 根壶菌: A—B. 孢子萌发的初期; C. 成熟的植物体; D. 游动孢子的泄出; E. +配子; F—G. 交配; H. 膨大的接合子; I. 成熟的接合子。(自 Smith 临 Couch, 重绘)

生长环境 此属菌类在海水及淡水中都有发现。通常寄生在水中藻类、菌类及花粉粒上。抗日战争期间, 在昆明发现的有寄生在油杉(*Keteleeria*)花粉粒上的 *R. pollinisipini*。

藻寄生菌属(*Harpochytrium*)

构造 单细胞, 管筒状。最下端略呈球形, 伸入寄主细胞中。稍向上, 则更形细小, 略成颈状。再上, 则为较粗的管筒(图 86. A—C)。

繁殖方法 仅发现此菌有无性繁殖。繁殖时, 由管筒向上延长, 不久内部生 1 横断壁, 将 1 管分为 2 段。前段为游动孢子囊, 孢子成熟时, 囊的顶端破裂, 孢子便游散于外。遇寄主时, 就粘附着, 菌体的一部分钻入寄主细胞内, 并同时分泌细胞壁膜, 成为 1 个新植物。老孢子囊破裂之后, 仍然可按同样方法, 由原来母体继续不断地向上发生新孢子囊(图 86. D—G)。

生长环境 此菌生于淡水中, 通常寄生于水绵上。

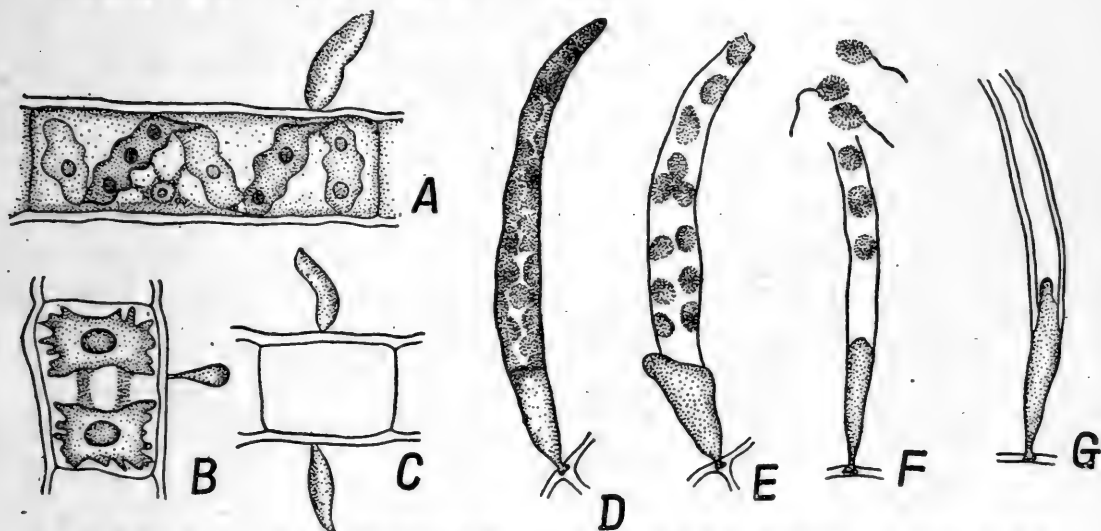


图 86. 藻寄生菌: A—C. 寄生在水绵及双星藻的情况; D. 游动孢子所发育的幼植物体; E—F. 游动孢子的散泄; G. 幼孢子囊从孔孢子囊中生出。(自 Fitzpatrick 贴 Atkinson 1903)

卵菌类(OOMYCETES)

本类特征 本类植物都有菌丝, 菌丝的构成物质是纤维素, 发育良好, 线形而分枝, 内含无数细胞核, 没有横隔壁, 是多核的。繁殖方法分有性及无性两种。有性繁殖时, 发生显著的卵形雌配子与雌配子囊及雄配子囊(精子囊)。无性繁殖时, 发生多核芽管、分生孢子或游动孢子。凡属于此类的菌类, 下等的水生, 高等的陆生, 寄生及腐生的都有。

水霉目(SAPROLEGNIALES)

本目特征 此目菌类多半水生, 少数陆生。寄生于动物、藻类、高等植物以及其他菌类上。

菌絲通常无隔而分枝。游动孢子囊生于枝的末端，常由一处繼續发生。每1个游动孢子分前后两时期，形态因时期而不同。此种現象叫做两游現象。雌配子卵形，雌配子形成时，雌配子囊内所有原生質体全部分化成雌配子細胞，或唯有在囊中央的分化成配子。交配之前，雌、雄配子囊密接靠近。交配时，雄配子囊发生接合管，伸入雌配子囊内，也有不发生接合管，而在雌、雄配子囊壁上发生1孔的。

水霉属(*Saprolegnia*)

构造 菌絲分枝，无隔，是多核的。通常寄生于小魚上，或腐生于水中死蝇、白蟻幼虫或玉蜀黍上。肉眼所見的一些密生的細白毛就是菌絲。

繁殖方法 (1)无性繁殖 (a)厚垣孢子或叫做芽孢，菌絲中原生質密集于一处，且发生横断壁，分为连接的細胞多枚。每1枚細胞成1个孢子，就是衣孢子。(b)游动孢子，原生質与細胞核集中于菌絲枝的末端，同时，枝端加粗，并于膨大部分的基部发生1横断壁，此膨大的枝端就是游动孢子囊。囊内各細胞核之間发生龟裂，成为无数小块。每1小块的中央有1枚細胞核，这就是游动孢子(图 87. A—C)。孢子成熟时，头尖尾鈍，形如洋梨，尖端生2根纤毛。此时孢子囊頂端破裂，成一小孔，游动孢子由此外出。此梨形的游动孢子游泳几分钟后，变成圓球形，且分泌纖維素的壁，成为靜孢子。不久，自行萌发为肾脏形的游动孢子，而且在它側旁凹下的地方生出2根纤毛。以后，再鼓成圓球，然后萌发，并延长成为菌絲。此种有变化的孢子，叫做两游孢子。这种现象就是两游現象。(2)有性繁殖 雌配子囊的发育 細胞質与細胞核向某1小枝的末端密集，枝的中部发生1液泡，下端发生1横壁。液泡膨大，將細胞質等向外推挤，因此菌絲的壁也向外擴張，最終成1球形細胞，为雌配子囊(图 87. D—F)。不久，細胞核自行分裂，但除少数几枚之外，其余都已退化。此后，細胞質发生龟裂，將細胞核各个分离成为单核的小块，每一小块自行膨脹成圓球，成为雌配子(图 87. F—H)。此时，中央液泡早已消失，雌配子囊的内部全为雌配子所占据。雄配子囊的发育 当雌配子囊发育之时，其邻近的菌絲也随之而起分化。枝端逐渐膨大，基部也发生1横壁，此膨大的部分即为雄配子囊。它的体积只是雌配子囊的若干分之一，且形状也不很規則，通常呈管形而弯曲(图 87. D—F)。当雌配子囊中細胞核分裂时，雄配子囊中細胞核也同时分裂。雌、雄配子囊通常互相紧靠而生，在同一雌配子囊上常有多個雄配子囊。交配 配子成熟时，雄配子囊发生細长而分枝或不分枝的接合管。每1根接合管通达于1个雌配子(图 87. I—J)。雄配子由管进入雌配子囊而与雌配子交配。接合子光滑，外壁很厚，内壁較薄。接合子老时，吸收脂肪而呈黃色或棕色(图 87. K)。

萌发 接合孢子(又名卵孢子)成熟后，經休眠而萌发。减数分裂大概在萌发之前进行。萌发时，外壁先行破裂，内壁向外伸长成为芽管。芽管分枝或不分枝，可立即侵害寄主。或发育1到多个游动孢子囊。

生长环境 此菌通常生于淡水中，虫、魚的尸体上，有在咸水中发现的。我国南北各地如昆明、南京、北京、厦門等处都有发现。

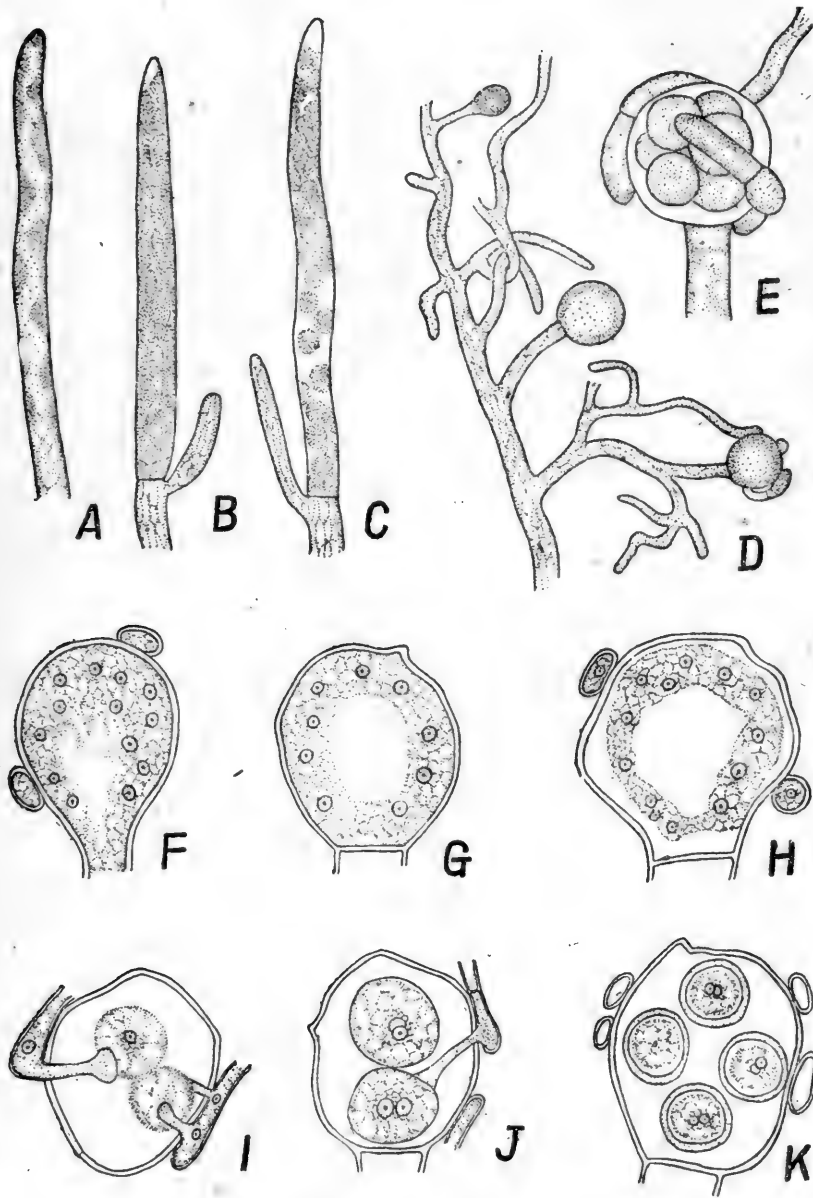
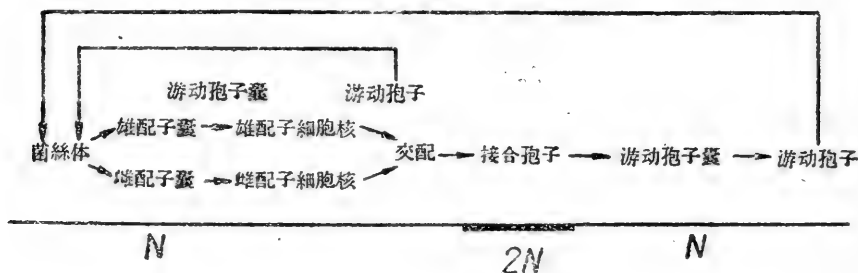


图 87. 水霉: A—C. 游动孢子囊和游动孢子的形成; D. 菌絲的一部分和幼繁殖器官; E. 成熟的繁殖器官; F—G. 雌配子囊; H. 原生质分裂; I. 正待交配; J. 交配、接合; K. 成熟接合子。(据 Smith)

附 注 水霉有同宗与异宗配合之别。又常有单性生殖现象。

水霉生活史图表①

絲囊霉 (*Aphanomyces euteiches*)

此菌在分类上与水霉非常相近,形态也相仿佛,且游动孢子也有两游现象。此菌专门侵害豌豆,使根腐烂。

霜霉目 (PERONOSPORALES)

本目特征 此目菌类都是陆生的,多半侵害种子植物。菌丝生于寄主细胞的隙缝中,发生吸器,钻入寄主细胞中。吸器的形状很多,有象小球结的,有分叉的。无性繁殖时,产生分生孢子。分生孢子产生游动孢子或直接发育成菌丝体。有性繁殖时,发生雌、雄配子囊。雌配子囊中发育1枚卵形雌配子,雄配子囊内产生几枚雄配子。雄配子并无特殊的分化,即为原生质体与细胞核而已。

白锈属 (*Albugo*)

病征 十字花科植物的白锈病,多半都是蔬菜白锈 (*Albugo candida*) 所致。这是全世界十字花科植物最普通的病。除根部而外,其余部分都可被侵害。被害之处成为疮口,疮口大小不等,破裂时呈白色的粉末。被害部分除疮口外,通常肿大,茎则弯曲,叶则加厚而且卷缩,花茎被侵害则变歪扭。花变绿色或紫蓝色,花冠变成不整齐,幼苗往往受害而死亡。

构造 菌丝发达,分枝,无隔,是多核的,菌丝体寄生于寄主细胞的胞间隙中。菌丝之旁发生小形球状的吸器,伸入寄主细胞之内。

繁殖方法 白锈种类繁多,繁殖方法虽大致相同,实则各有差异。现在用蔬菜白锈 (*Albugo candida*) 为例:

(1) **无性繁殖** 生于寄主皮层中的菌丝,向外发生直立丛生的菌丝,将寄主的表皮层向外推顶,膨成隆起的小泡。直立的菌丝继续向外生长延长,表皮终于被顶破,每一根直立的菌丝先由顶端膨大成为圆球。在同一菌丝,由上而下连接不断地发生圆球多个,成为一串。各球之间发生

① 按 (Gaumann 及 Dodge 1928) 略改。

横断壁,每1个圆球即是1枚分生孢子。分生孢子无色,細胞壁很薄,内含細胞核多枚。直立菌絲在分生孢子以下的部分,而尚未膨脹成孢子的,叫做分生孢子梗。分生孢子在适当的温度、湿度之下立即萌发,如果遇到水、露,在2—10小时中即可发生游动孢子。分生孢子的寿命很短,普通不过6周而已(图 88. A)。

分生孢子的萌发 分生孢子成熟时,各自脱离,借风力而飞散,又因

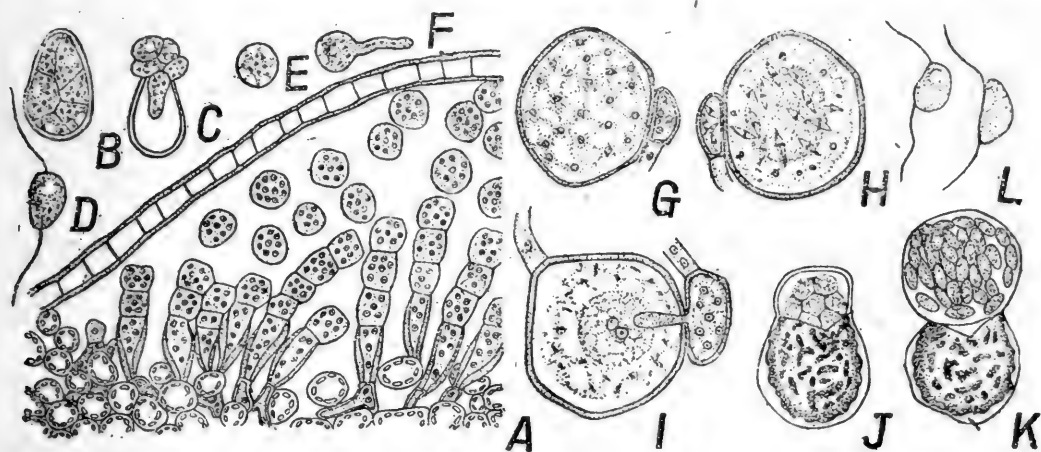


图 88. 蔬菜白锈: A. 分生孢子在寄主表皮下发育的状况; B—C. 分生孢子的萌发; D. 游动孢子; E—F. 孢子及萌发; G. 雌、雄配子囊; H. 細胞核分裂, 周质及卵质的分化; I. 交配之前; J—K. 接合于萌发; L. 游动孢子。(A. 临 Smith, 余自 Smith 临 De Bary)

水、露,而粘附于新寄主。分生孢子内部原生质体发生龟裂,成为单核的小块,4—8块,每块是1个游动孢子。成熟时,分生孢子的壁开1小口,游动孢子便得以外出。游动孢子卵圆形到肾脏形,由它旁侧凹下的地方发生长短不齐的纤毛2根。游泳不久,纤毛收缩,全体成为球形,并且分泌1层纤维素的細胞壁。此后发生芽管,經气孔而钻入寄主組織之内(图 88. B—F)。

(2) 有性繁殖 雌配子囊 有性繁殖的时候,同一植物的体菌絲上发生雌、雄配子囊。雌配子囊球形,它的原生质体分为周质和卵质两部分。周质在四周,細胞质稀薄,有很多液泡。卵质在中央没有液泡,細胞质比较浓厚。最先,雌配子囊中所含的細胞核,游离散处于細胞之中(图 88. G)。此后仅1枚留居于中部,其余的移动到周质中,同时发生比細胞核稍大的核体,称为中体。此时中央与周围的細胞核同时分裂,除留存于中央的1枚之外,分裂后不久全行退化,这个唯一留存的核就是雌配子核(图 88. H) 雄配子囊 雄配子囊的体积只是雌配子囊的若干分之一,且不規則。通常紧贴于雌配子囊。細胞核与雌配子囊中的同时分裂,但数目不及雌配子囊中的多。

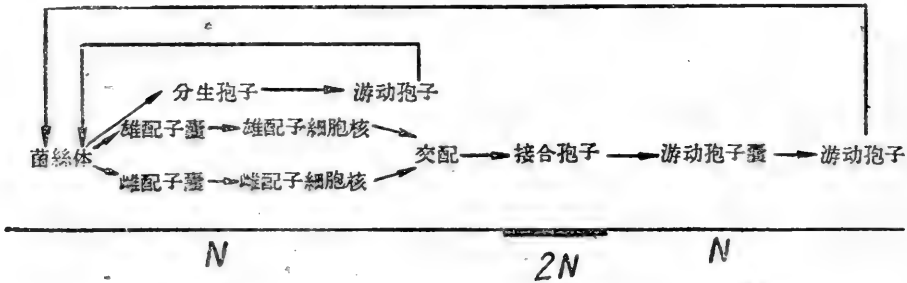
交配 雌、雄配子成熟时,雄配子囊发生1根接合管,通达到雌配子囊之内。雄配子1, 2枚,由此泄入雌配子囊中。其中1枚与雌配子交配,其余的1枚退化(图 88. I)。此接合的細胞核,随即行减数分裂成为30—40枚,并发生坚厚的外壁,来抵御寒冷的冬季。

萌发 次春,天气和暖时,接合孢子的原生质开始活动,将外壁胀破。内壁由破裂处向外凸出,形状象袋囊一样,将游动孢子泄出于外(图 88. J—L)。

生长环境 白锈通常以十字花科、旋花科、菊科、馬齒莧科等植物为寄主,凡莖、叶、花梗等柔

嫩的部分都能生长, 为害很严重。我国各地都有发现。

白锈生活史图表



葡萄霜霉菌 (*Plasmopora viticola* = *Peronospora viticola*)

病征 此菌可以侵害葡萄的叶、叶柄、卷须、花朵以及果实。叶片受感染后, 最初出现灰黄透明的斑点。并且由叶的气孔向外发生奶白色的绒毛, 因此, 叶的组织如果被侵害过久, 多半枯萎。树木因叶片萎脱而营养不足, 下次的产量因之而减少。

构造 菌丝体生长于寄主的细胞间隙中。通常密集于气孔之下。球结状的吸器, 伸入细胞

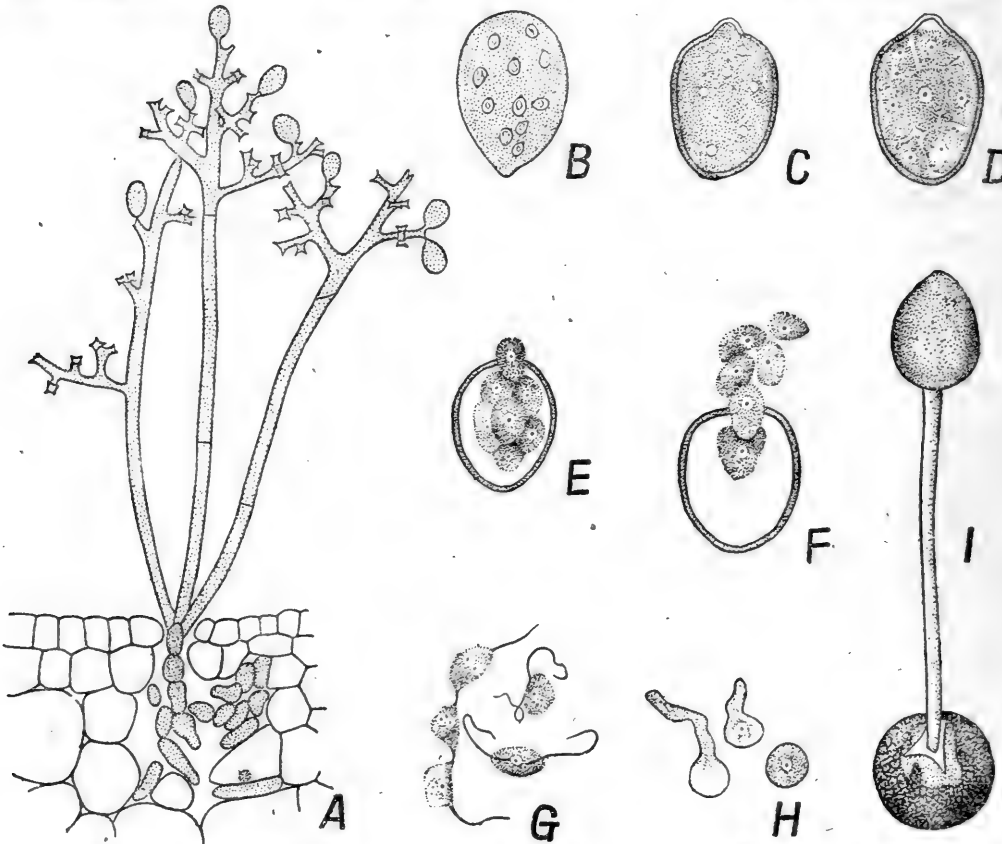


图 89. 葡萄霜霉菌: A. 分生孢子杆和孢子; B. 多核的分生孢子囊; C—F. 分生孢子囊的萌发; G. 游动孢子; H. 游动孢子的萌发; I. 接合子的萌发。(自 Smith, A—B. 临 Smith, C—H. 临 Gregory 1912, I. 临 Arvens 1929, 重绘)

之內。游動孢子腎臟形，有絨毛2根，絨毛不生于凹處而生于相反的凸出部分。

繁殖方法 (1)無性繁殖 菌絲體由氣孔中向外發生直立而分枝極有規則的菌絲3—6根，但有多到20根的。每根就是1個分生孢子梗，每1個梗又分3—6枝，每枝又可再分數次，成為多數的小枝，每枝與其所分出的枝的角度都成直角。小枝的末端發生2—4個細而短的柄，是為孢子小柄。每1個孢子小柄上，生長1枚分生孢子。如果綜合全體來看，則和成球的葡萄仿佛相似(圖89. A)。分生孢子最初含有細胞核1枚，不久分裂成幾枚(圖89. B)。孢子散落以後，每1枚細胞核，因它周圍的細胞質分化而成為1個游動孢子。在孢子特別延長的管狀構造的末端破裂成1小口，游動孢子由此外出，游泳于水、露之中(圖89. C—G)。經過相當時期的活動後，方才靜止。靜止的時候，絨毛收縮，全體變為圓形，並且分泌1層纖維素的膜，以後隨即發生1根芽管(圖89. H)。芽管經過氣孔而鑽入寄主體內。(2)有性繁殖 雌、雄配子囊的發育，都与白銹相仿。雌配子細胞核1枚與雄配子細胞核交配。雌、雄配子交配以後，發育成1個厚壁的接合孢子，度過嚴冬。次春萌發的時候，外壁先行破裂。接合細胞核先行減數分裂。內壁膜向外伸長，成1條不分枝的短菌絲體，這就是原菌絲體。原菌絲體的頂端膨大，成1枚大型的分生孢子(圖89. I)。萌發的時候，分生孢子中全部原生質體泄出于孢子以外，成1個裸露而多核的原質團，原質團沒有絨毛。隨即自行膨大成為圓球，並且發生囊壁，再生長1根芽管。

生長環境 葡萄霜霉病非常普遍，全世界都有發現。用波度氏液(石灰加硫酸銅)可以防治。

另種葡萄霜霉菌(*Rhysotheca viticola*)

這種病菌的形態與以上所講的 *Plasmopora viticola*，除接合子萌發時所發育的分生孢子產生游動孢子外，其餘步驟都是相同的，因此以前將這兩種都叫做 *Plasmopora viticola*。

接合菌類(ZYGOMYCETES)

本類特征 屬於接合菌的菌類，在演化上的高低與卵菌類不相上下，但其配子是同形而不是异形，而且都生在陸地而不是水生。接合菌的植物體可分幾種：下等的與卵菌類相似，具多核無隔的菌絲。高等的可發生橫斷壁，分為細胞。菌絲為幾丁質所構成，但也有少數種類具纖維素的。菌絲有的可以自行分斷成為薄壁的粉孢子或厚壁的芽孢子。繁殖的方法分有性與無性兩種。孢子囊、分生孢子及配子囊一概發生于單倍植物體上。發生于加倍植物體的是接合孢子。交配的方法都是接合交配。交配時，雌雄配子囊先行接合，然後配子由此方泄至他方而行配合。本類沒有游動孢子。配子也沒有絨毛，並且不能自由游動。這1類植物多半為同宗配偶，但在比較進化的種類里也有異宗的傾向。

毛霉目(MUCORALES)

本目特征 菌絲發達，生長茂盛，分枝繁多，嫩時多核，老時發生橫斷的隔壁。陸生，通常寄

生在死物上。菌絲体分营养及繁殖两部分；营养菌絲通常伸入寄主体内，吸收养料。繁殖菌絲生长在空气里，它的上面生有繁殖器官。无性繁殖时，产生胞間生长的厚垣孢子或薄壁的孢子。或在特殊的孢子囊梗上发育孢子囊、小型孢子囊及分生孢子。有性繁殖的时候，为同形配子囊相接合而发育厚壁的接合孢子。也有些具有单性繁殖的现象。接合孢子萌发的时候，发生1根原菌絲体，菌絲頂端膨大成1个孢子囊（又名芽孢子囊）。游动孢子不見于本目的任何种类中。

黑根霉(*Rhizopus nigricans*)

构造 菌絲很发达，自由分枝，多核无隔，分吸收与营养两部分。营养部分生于寄主的体外，又可分为匍匐与直立两种。匍匐菌絲由一点向四周发生細长的菌絲，叫做“匍匐莖”，向上发生丛生直立的孢子囊梗，梗的尖端生球形膨大的孢子囊。向下发生吸收菌絲多条，有根状的分枝，叫做“假根”（图90）。

繁殖方法 (1)无性繁殖 本体繁殖 由1个植物体向外发生“匍匐莖”。每1根“匍匐莖”的末端，向下发生吸收菌絲，向上发生直立的孢子囊梗，另成1新植物体。

(2)孢子繁殖 菌絲向上直立生长，到相当长度的时候，細胞質及細胞核聚集于菌絲的上部，細胞質中发生无数小液泡。菌絲的上部逐渐向外膨大，終成圓球形，是为孢子囊。囊的外壁，叫做孢子囊壁。各小液泡自相粘連，成为上、下两层薄膜，并与孢子囊壁同时向上方及周圍膨脹，而且在孢子囊之内組成1个球形物的构造，叫做囊軸。囊軸的膜将孢子囊内的原生质体分为两部分，在周圍的处于孢子囊壁与囊軸膜之間，含細胞核比較多，細胞質比較濃。在囊軸之内，处于中央与孢子囊梗相通連之部的，其中所含有的質体与通常菌絲中相似。此后，孢子囊中的原生质发生龟裂而分成小块，每1小块含細胞核几枚及細胞質少許，每块成为孢子1枚，是为孢囊孢子。囊軸膜繼續向外推

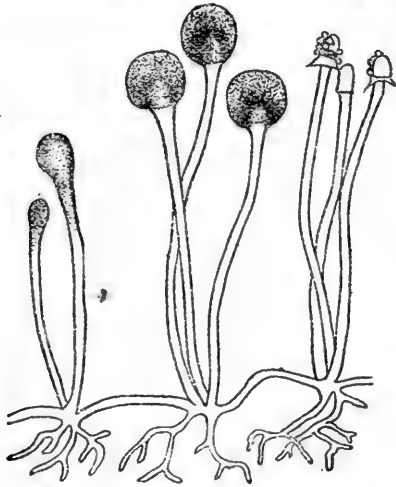


图90. 黑根霉。(实物写生略图)

脹，終于将孢子囊壁压破，孢子便借风力飞散。孢子萌芽，又可直接成1株新个体（图91. A—C）。

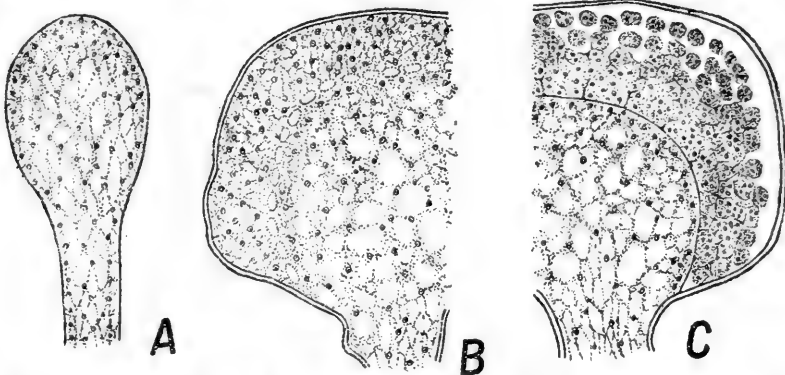


图91. 黑根霉孢子囊的发育：A. 囊軸形成之前；B. 囊軸的形成；C. 孢子的形成。（临Smith重繪）

(3)有性繁殖 黑根霉为异宗的植物,非遇异性菌絲,决不发生有性器官。当异性菌絲相遇而接触时,在彼此接触处的細胞壁相对膨凸。在这膨凸的部分,彼此接触的前端,由圓形渐变平行,其余部分渐渐加粗加长,凸出而接触的部分,即为两个原配子囊。原配子囊繼續长大,不久每个原配子囊各生1横断壁,将原配子囊分为2部分:前半部分由此横断壁到两原配子囊相接的部分叫做配子囊,后半部分叫做囊柄。此时,配子囊中滿貯濃厚的細胞質及多数細胞核。

但两个配子囊彼此的大小与形状都完全相同(图 92. A—C)。

交配 2个配子囊接触的壁的中央开始溶化破裂,結果两个配子囊終于成为1体。当中部的壁破裂的时候,細胞質及細胞核即开始由1个配子囊移到另1个配子囊而互相混和。到中部的壁完全消失时,双方細胞核多退化而消失,余剩的少数彼此自相成对接合。此时,配子囊里含有貯食物顆粒很多,它的外壁加厚,通常发生小突起及刺,成为接合孢子(图 92. D—E)。

萌发 接合孢子在萌发以前,細胞核先行减数分裂。萌发之时,接合孢子的外壁破裂,内壁向外膨凸成一根原菌絲体。按无性孢子囊的同样步骤,发生1个頂端孢子囊(图 92. F)。其中所产生的孢子,都是同性而没有异性的。

生长环境 此菌可以說到处都有,通常寄生在各种食物或果汁上。

黑根霉生活史图表

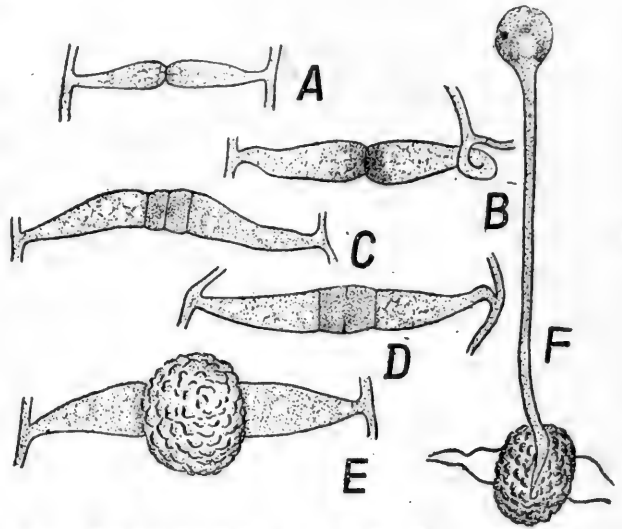
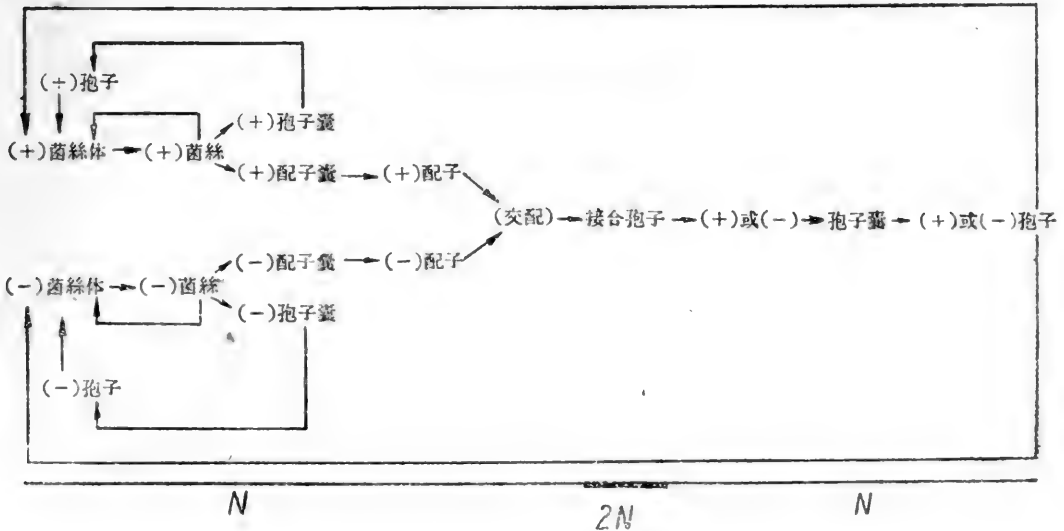


图 92. 黑根霉的有性繁殖: A—B. 原配子囊; C. 成熟的配子囊; D—E. 幼嫩及老的接合子; F. 接合子萌发。(临 Smith)

水玉霉(*Pilobolus*)

构造 水玉霉寄生在食草动物的粪便上，它的孢子非經過动物的营养管道不能萌发。这种菌的构造简单，通体仅仅是1个孢子囊与孢子囊梗，并少許菌絲而已。

繁殖方法 (1)无性繁殖 孢子囊 此菌最特別而有趣味的就是它的孢子囊。孢子囊梗直立，不分枝，頂端膨大成一个球形的囊，这就是孢子囊。囊内有孢子及囊軸。发育的情况与步骤，同黑根霉相类似。孢子囊上半部的外壁很厚呈黑色，下半部薄而色淡。孢子囊以下的菌絲收縮成頸狀，頸以下是孢子囊梗。梗的前端在孢子囊頸下的部分特別膨大成一大球，其下漸漸收縮，变成管狀的菌絲。孢子囊梗最下面的末端发生一横断壁，与普通菌絲分断。孢子成熟时，頸部的壁破裂，孢子囊忽然收縮，使其細胞質液向外噴出，就将全孢子囊与孢子射出几十厘米之外，因此，笔者把它叫做射孢菌，就是这个理由(图 93. A)。 (2)有性繁殖 此菌的有性繁殖与其他

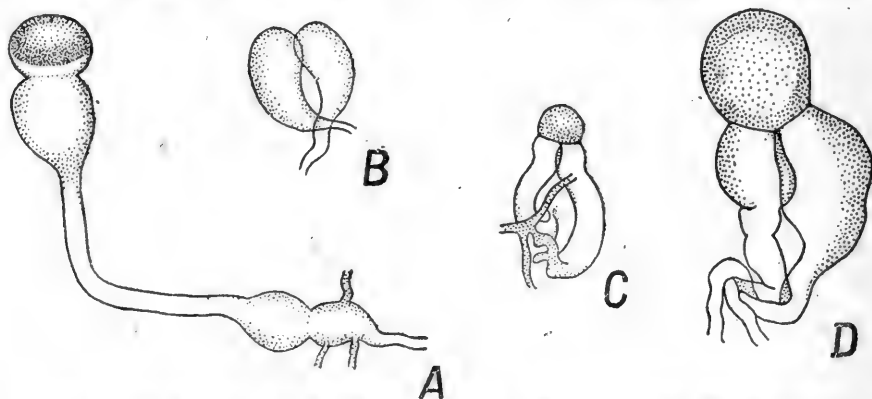


图 93. 水玉霉: A. 写生图; 表示孢子囊及囊下膨大的部分与子囊杆; B—D. 配子囊的接合与接合子的形成。

(自 Fitzpatrick 临 Zopf 1388)

黑根霉目的菌类大致相似。由两根直立而膨大的菌絲，上端相通連，接合孢子即由此組成(图 93. B—D)。

生长环境 此菌通常产生于馬糞上，我国各地多有发现。

虫霉目(ENTOMOPHTHORALES)

本目特征 菌絲体的发育不如黑根霉那样繁盛，通常分隔，少数种类具綫体分枝的菌絲，多數的菌絲常由隔的所在分离，成为独立的細胞，这样組成的細胞叫做虫菌体。这些細胞能自行分裂或发芽来繁殖。細胞中通常含有細胞核多枚。无性繁殖器官为分生孢子及“菌絲孢子”(即虫菌体)。有性繁殖的器官則为接合孢子。单性生殖在这目里也有遇見。

虫霉属(*Entomophthora*)

构造 虫霉可以致多数昆虫的死亡，也有为害其他动、植物的。分生孢子所发育的芽管穿过

昆虫的皮而侵入体内，化为无数不规则的节段，每1个节段可以萌发分裂。成为綫体的菌絲体，則有横断壁，而且分枝很多并自相穿織。

繁殖方法 (1)无性繁殖 厚垣孢子及虫菌体 当寄主将要死亡的时候，菌絲体自行分断，成为薄壁的虫菌体。如果环境不利，就成厚垣孢子。厚垣孢子及虫菌体萌发的时候，都可以向寄主体外发育1根长形的分生孢子梗，梗也有的分节，每节含1对細胞核。梗的頂端生1个单細胞核的分生孢子。成熟时可彈出2—3厘米远。梗也可繼續分枝，每1枝头又可生1个分生孢子(图94. A—D)。

(2)有性繁殖 两个虫菌体相遇的时候，也可以发生有性繁殖。在美洲虫霉(*E. americana*)是2个虫菌体在相接近处交合。而由此向側旁发生1芽細胞，正(+)負(-)細胞核都迁移到芽細胞里。此新发育的細胞即为接合孢子細胞。但細胞核的交配还没有确实知道，大概在萌发时进行(图94. E—H)。

生长环境 此菌寄生于昆虫。

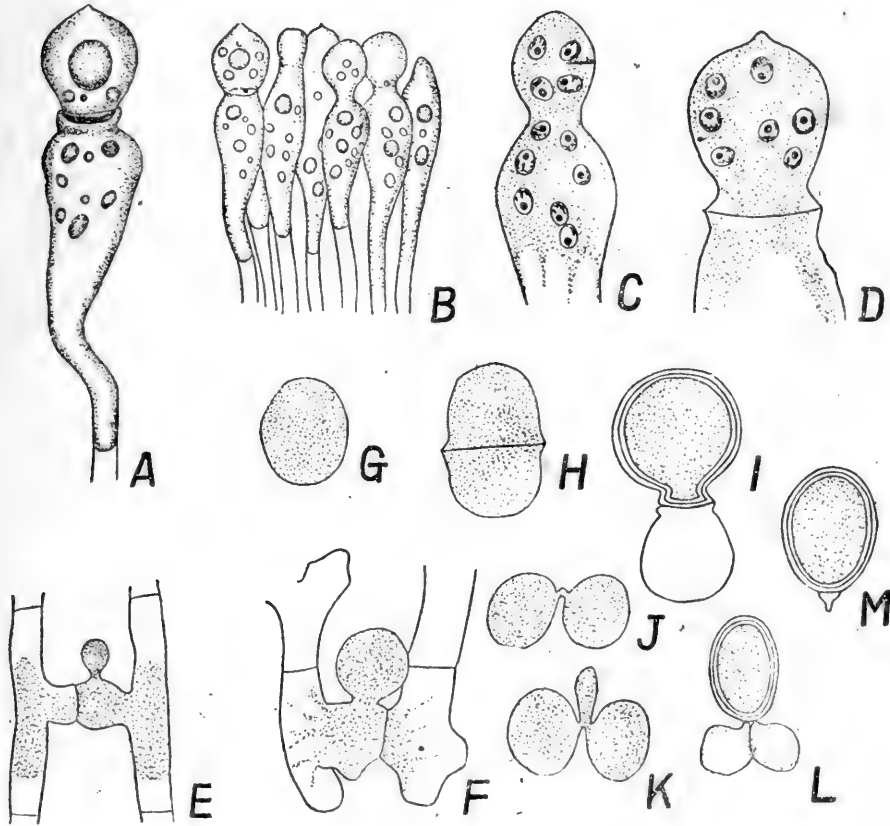


图94. 虫霉: A. 分生孢子; B. 一群分生孢子; C—D. 分生孢子的形成; E—F. 交配; G—I. 虫菌体发育成接合子; J—M. 另种虫霉的虫菌体接合成接合子。(A—B. 自 Fitzpatrick, G—I. 自 Gaiumann 等临 Thaxter 1888, C—D. E—F. 临 Olive 1906)

藻菌亞綱提要

(1)藻菌分類系統如何,意見分歧,(a)有的以藻菌為主,再分為古生菌、卵菌、接合菌等類(張等 1957), (b)也有的主張將古生菌另置一群[Fuller 1924], (c)又有的將壺菌的一部分如根腫菌目(Plasmodiophorales)歸入粘菌[Mc Dougall 1925], (d)更有的把卵菌與接合菌的名稱去掉,而專以目為主, (e)本編仍以藻菌為主而內分各類,然後分目。 (2)植物體最簡單的,與粘菌相似,為裸露的原質團。比較進化的,成單細胞。高等的,即發育成為多核無隔的菌絲。 (3)繁殖時,下等種類全植物體分化成 1 個孢子囊,其餘種類都在無性時發生孢子囊,有性時發生配子囊。雌、雄配子囊有同形及異形之別。同形的多半是接合交配的種類。異形的則為卵式的雌配子。交配時,發生接合管。 (4)下等種類水生的居多,高等的陸生。無論水生或陸生的種類,都可分為寄生與腐生兩種。 (5)陸生種類的分生孢子,為游動孢子囊特化而成,由此更可証實陸生種類導源于水生種類。 (6)在本亞綱內,多半為高等植物的病原菌類,對於經濟方面有很大關係。

第六章 子囊菌亚綱(ASCOMYCETES)

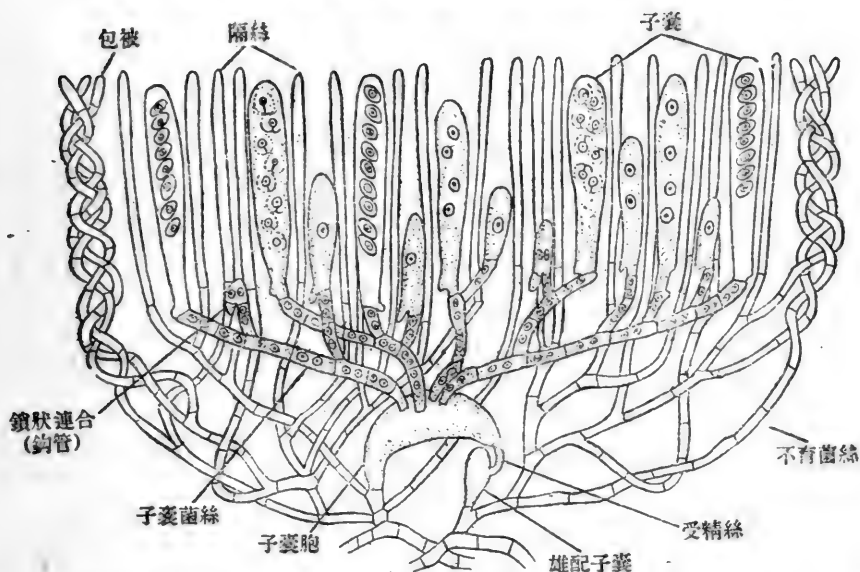


图 95. 子囊果形成的拟想略图, 表示囊子菌絲发育为子囊的各个步骤, 不育菌絲与子囊果的关系等。(临 Smith, 改作)

本亚綱特征 子囊菌的命名是因为它的孢子与孢子囊很特别的緣故。这种孢子囊叫做子

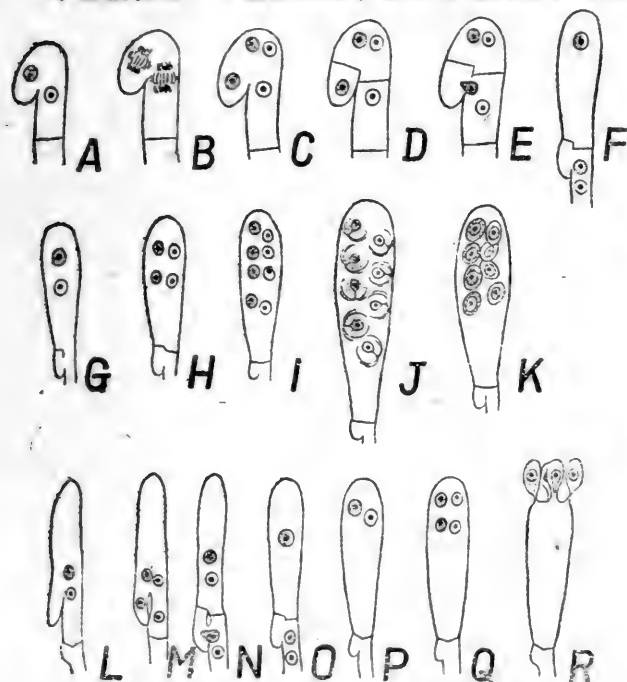


图 96. 子囊和担子发育比較抽象图: A—F. 鈎管的发育和鎖狀連合的形成, 另产囊絲及双带性細胞核的形成; G—K. 細胞核的分裂与子囊孢子的形成; J. 子囊射綫; L—R. 担子鎖狀連合及担孢子的形成; L—N. 鈎管与双带性核的关系; O—R. 担子与担孢子的形成。注意核加密点的和没有点的, 表示不同的性別。

囊, 双倍細胞核的减数分裂在其中进行, 囊内所生的孢子叫做子囊孢子。子囊孢子的数目一般是 8 枚, 很少有 2, 4 及多枚的。菌絲通常发达, 分隔, 分枝, 每 1 枚細胞含 1 或多枚細胞核。繁殖方法分为有性与无性 2 种。无性繁殖时发育虫菌体、芽、或其他无性孢子与分生孢子, 而分生孢子通常产生于特殊的器官上。有时下等种类的繁殖与高等种类的略有不同。下等的与接合菌相似, 发生同形或异形的交配枝。高等的发生绝对异形的雌、雄配子囊。雌配子囊叫做产囊体, 通常发育 1 管, 叫做受精絲。这与紅藻等相似。

产囊絲的形成 雌、雄配子交接后, 細胞核并不立即交配成为接合子, 而由产孢体发育特殊的菌絲。此种菌絲分节, 每节含有(+)与(-)的細胞核各 1 枚。具有这种現象的菌絲, 叫做双核菌

絲, 这种現象叫做双帶核阶段。子囊菌的子囊由这种菌絲发育而成的, 因此又名产囊絲 (图 95)。子囊发育的时候, 先由产囊絲 1 节中的 (+) 与 (-) 細胞核各自分裂, 于是成为 4 核, 若以性別來說, 則 2 个核是 (+) 性, 其余的 2 个是 (-) 性的。此后, 菌絲发生横断壁, 将 1 节分为 3 节。末节与前节各含核 1 枚, 中节含 (+) 及 (-) 的核各 1 枚。此时, 菌絲的前节向末节弯曲生长, 全体成 1 鈎管, 菌絲由鈎管相連合, 叫做鎖状連合。(图 96. A—K), 这个含有 (+)、(-) 核各 1 枚的中节, 发育为子囊, 前节与末节相接触, 接触之处溶化相通, 前节中的核迁移到末节里, 由此又可繼續不断地发育鈎管并分化为子囊。

子囊果的形成 当产囊体及雄配子囊发育以后, 圍繞于外周的营养菌絲, 自行穿織成为薄壁組織的包被。而夹生在子囊中間的, 分化为隔絲。隔絲与子囊分化成 1 层排列, 叫做子实层。如此形成的器官, 就是子囊果 (图 95.)。子囊果通常球形。其不开口而通体成圓球状的, 叫做閉囊壳。有口的, 叫做子囊壳。开大口而全体成盘状或碗状的, 叫做子囊盘。

子囊菌的分类有的是以子囊果的形状为依据的。現在以内部形态为主, 分为半子囊菌及眞子囊菌 2 类。

半子囊菌类 (HEMIASCOMYCETES)

本类特征 属于这类的子囊菌, 都是和菌接近而比較下等或退化的种类。有性繁殖时为异性个体相交接而直接形成子囊, 并不发育产囊絲且不組成子囊果。本类菌类分为 2 目。分述如下:

酵母目 (ENDOMYCETALES = SACCHAROMYCETALES)

本目特征 菌絲体为发育良好的菌絲, 分节, 每节含細胞核 1 或多枚, 也有在普通环境之下仅成单細胞的。繁殖方法, 有性、无性都有。无性时菌絲断裂成无性孢子, 或由細胞发芽分裂另成单独个体。有性时成多核配子囊相交接而发育 1 个多孢子的囊。或配子囊当交接之时退化为单核的, 而接合后发育具有特征的子囊。此外, 也有 2 个体相遇发生交配管而雌雄配子交配于其中, 且由此发育为子囊的。本目子囊孢子之數都是 8 枚或較少。雄配子囊与产囊体并无区别。本目分为漿霉 (Ascoideaceae)、內孢霉 (Endomycetaceae) 及酵母 (Saccharomycetaceae) 3 科。現在以最普通的酵母为例。

酵母属 (*Saccharomyces*)

酵母又称釀母, 有发酵的特性。因此, 工业及医药上都利用它。我国釀造甜米酒时所用的曲, 含酵母菌很多。

构造 酵母是单細胞的植物, 但在特殊环境下也可延长成为菌絲。細胞圓形、长圓或卵圓形。內含細胞核及液泡各 1 枚。

繁殖方法 (1) 无性繁殖 通常为发芽或細胞自行分断、对裂。因此, 菌类学者把前者叫做接合酵母 (*Zygosaccharomyces*), 把后者叫做裂殖酵母 (*Schizosaccharomyces*) (图 97. A—X)。

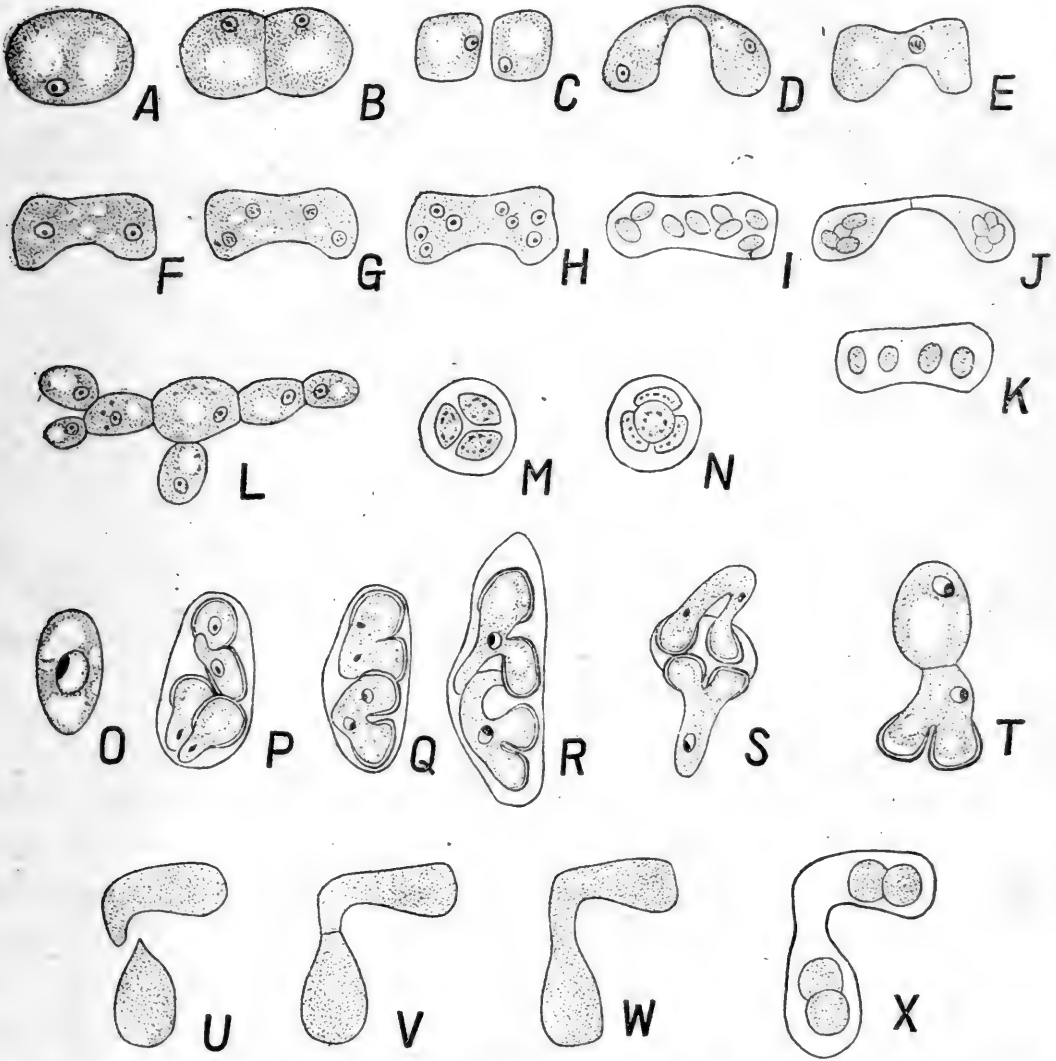
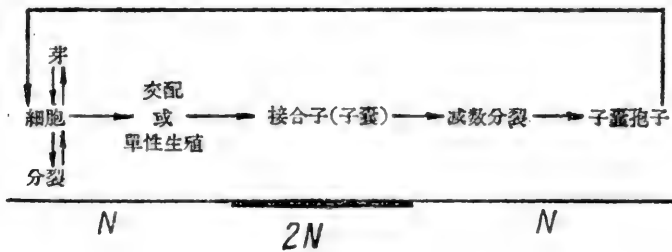


图 97. 酵母菌: A—K. 裂殖酵母: A. 营养细胞; B. 细胞分裂; C—E. 接合交配; F—H. 细胞核分裂; I. 子囊孢子; J—K. 单性繁殖; L. 发芽; M—N. 子囊孢子; O. 营养细胞; P. 子囊孢子萌发; Q—S. 子囊孢子萌发后的接合; T. 接合后细胞分裂; U—X. 接合酵母: V—W. 接合的步骤; X. 子囊孢子。(A—N. 临 Smith, O—X. 临 Guillermond 1905, U—X. 临 Barker 1901)

酵母菌生活史图表



(2) 有性繁殖 2枚細胞相遇,彼此相对发生交配管。2管先相接触然后通連。两枚細胞的細胞核都迁移到管的中部以进行交配,同时管也膨大成1枚細胞,是为子囊。双倍的細胞核行减数分裂后,发育成子囊孢子,其数为4枚,也有8枚的(图97. B—I, P—S, U—X)。2核的交配有的是在細胞內而不在管中进行。有的是在发芽时母細胞核与其子細胞核进行交配。此外,还有2枚細胞接触后,它們的核并不交配,而各自行单性生殖,发育为子囊孢子(图97. J—K)。

生长环境 酵母除天然野生的之外,我国各地用糯米酿造甜酒时所使用的酒曲、江西各地的水酒酒曲、北方发面时的面肥等都含有多量的酵母。医药中的食母生也是酵母所造成。

外子囊目(TAPHRINALES)

本目特征 本目約含有百种,分为2,3科,而以外子囊科(Taphrinaceae)最为重要,本科各菌都寄生于蕨类或种子植物。常使寄主的叶片发生卷縮等病症。菌絲分节,每节含2核,是双核阶段。菌絲体一年生或多年生。菌絲細胞膨大成为厚垣孢子,由此立即萌发成为子囊,也有必須越冬以后才萌发的。生活史方面最为特殊的就是:細胞核交配后,必須迁移到另1枚通連的細胞中才进行减数分裂而分化为子囊孢子。且此通連的2枚細胞,待細胞核迁移以后,通常发生1橫断壁来隔絕。在本目各种之中,以桃縮叶菌属对于果树有巨大的关系,因此,尤为人們所重視。茲叙述如下:

桃縮叶菌(*Taphrina deformans*)

病征 桃縮叶病是桃树最严重的病症,世界各国多有分布。桃的叶片、嫩条、花朵、果实都可受病。而受害最严重和最易被人們注意的,要算叶片。幼叶被菌絲侵入之后,不但色澤由濃綠变成灰敗,而且形状方面也由平展变为扭卷弯曲(图98. A)。严重时,整个树木的叶子完全变为紅色,綠色全退,叶片特別肥厚,由柔軟而成軟骨質状。叶片上面发生棕褐粉末,就是菌的孢子。此后,叶色漸呈黃褐,而終至枯萎脫落。受病的幼条,綠色退淡而且变黃,局部畸形肥大。条端頂芽虽可繼續生长为强健的枝条,但受病部分最后肥肿失常,且时常流泌胶液。受病的花朵和幼果概行早落,因此病征易被忽略。果实受病时,常局部畸形肥大、歪扭失形,且受病之处顏色特別鮮明并光滑无毛。

影响 (1)桃叶受病脫落,另行发生新叶,以致营养亏损,影响树体的健康。(2)因常年树叶早落,树体因之死亡。(3)花芽减少。(4)因疾病的关系,生长时期特別延长,而幼嫩的枝干易为霜雪所侵害。(5)花朵、果实的脫落与减少,对于产量有直接关系。

生活史 桃縮叶病是桃縮叶菌所造成。此菌是半子囊菌类的1属,为专性寄生菌。菌絲分节,每节是1枚細胞,內含2核,是双核阶段的。生长穿織于叶片或叶柄薄壁組織中的菌絲,外形不甚規則,且大小很不一致。生长于枝条髓部及皮层中的菌絲,比較一致,通常是长筒形的細胞,其生长与枝条的表皮成平行。無論菌絲生长在何种器官中,它們的侵潜都以細胞間隙为限,从无伸入到內部的。且不发生特殊吸器。繁殖菌絲 繁殖之先,菌絲密集生长于叶片表皮之上,穿織成为假薄壁組織状的細胞,成为产囊絲,或称为厚垣孢子。(图98. B)。萌发时,厚垣孢子的內

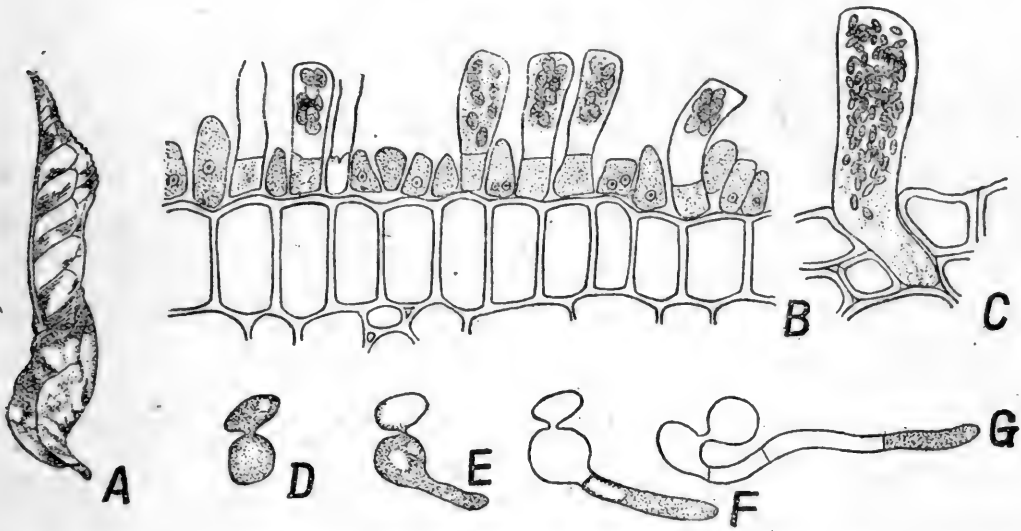


图 98. 桃缩叶菌: A. 病桃叶写意图; B. 厚垣孢子、子囊、子囊孢子的发育; C. 小型分生孢子; D—G. 分生孢子的接合与双带性菌丝的发育。(A. 病叶写生图, B—C. 临 Smith, D—G. 临 Wieben)

壁向上膨胀,将外壁胀破。内壁由破裂处凸出,向上延长,成为1管。(+)及(−)细胞核最初接合于厚垣孢子内,当内壁延长成管时,这个双倍体的细胞核随之上移。而管与厚垣孢子之间发生1横断壁,壁的下方是原来的厚垣孢子,叫做原子囊。其上则为子囊。子囊长筒形,减数分裂进行于内。经过分裂3次后,成为8枚子囊孢子。若为(+)、(−)异宗的,则子囊孢子的半数是(+)性,另外一半是(−)性。孢子分裂 桃缩叶菌的子囊孢子有分裂成小型分生孢子的特性。子囊孢子成熟时即行分裂多次,成为小型的孢子。或待子囊破裂、子囊孢子出外以后,才开始分裂,分裂的情况与酵母菌的发芽相似(图 98. C)。

双核菌丝的形成 双核菌丝的形成,可分异宗与同宗2种。如异宗的由(+)与(−)小型分生孢子发育的交配管相接合。这1枚孢子内的原生质体迁移到另1枚孢子内,便成为双核孢子。由此萌发的菌丝都是双核的(图 98. D—G)。如果是同宗的种类,则孢子萌发的单核原菌丝经细胞分裂,成为双核的。其核永远成对分裂,便成为双带性的菌丝。孢子萌发之前,已粘附于寄主的幼叶及嫩条上。菌丝由气孔侵入内部。菌丝分布枝条中的,可以越冬不死,次春继续为患。

生长环境 此菌的分布甚为广泛,全世界各国几乎都有,我国各地也很普遍。

眞子囊菌类(EUASCOMYCETES)

本类特征 眞子囊菌类与半子囊菌类的不同之点,为雌、雄配子囊交接后先行发育产囊丝,然后由此分化成为子囊。2配子的接合与减数分裂都在子囊内进行。通常产生子囊的子实体与产囊丝同时发育。而子实体的形态与构造都认为是分类的特征。眞子囊菌类科目甚多。现在选择比较重要的目叙述如下:

曲霉目(ASPERGILLALES)

本目特征 曲霉目与白粉菌目的繁殖方法很相类似,但曲霉目的子囊满布于子囊果中,而白粉菌目的子囊则聚集成1丛。曲霉子囊果成熟时,子囊孢子散生于果中,而白粉菌则不然,每1条产囊丝的末端生长子囊1个或连成1串。无性繁殖时,产生分生孢子。分生孢子发育的方法与白粉菌相似。此目菌类象曲霉类及黑根霉等仅靠分生孢子繁殖,子囊果不很发育。关于雌、雄配子的交配等,很不明了。现在所知的,是雄配子囊与产囊体相接触后未经交配即行枯萎,但产囊体仍发育产囊丝,其细胞核也进行交配并产生子囊孢子。

曲霉属(*Aspergillus*)

曲霉与青霉为菌类中最常见的,世界各地都有。曲霉多半生长于皮革、棉毛、衣服及植物标本上,也有能侵害高等植物的。其中也有少数种类有工业上的用途,如米曲霉(*Aspergillus oryzae*),在日本为制酒及造酱油时发酵之用,在美国则取其酵素制造助消化的药,但在爪哇制造酱油所用的

的则是另一种的文特曲霉(*Aspergillus wentii*)。

构造 菌丝分枝、分节,每节含几枚细胞核。

繁殖方法 (1)无性繁殖 菌丝发育直立的子实枝,枝头膨大成为圆球,是为分生孢子梗。由圆球向各方长出短枝,短枝自前而后发生横断壁,分断成为串连的小细胞,每1枚细胞内含有几个核,膨胀成1个分生孢子,(图99. A),分生孢子萌发又可发育成菌丝体。(2)有性繁殖 产囊体初时并不膨大,而仍为线条状的菌丝。其后自行扭转生长成为螺旋状,并分裂为几枚多核的细胞,此时邻近菌丝的枝头发生雄配子囊,与螺旋状的产囊体接触,但不交配即自行枯萎。不久,产囊体中部的细胞分裂为双核细胞,由此长出分枝的产囊丝,细胞核的交配在这里进行。经过减数分裂后,长成子囊及子囊孢子。同时产囊体基部以下的细胞,发生菌丝,向上包围穿织成为

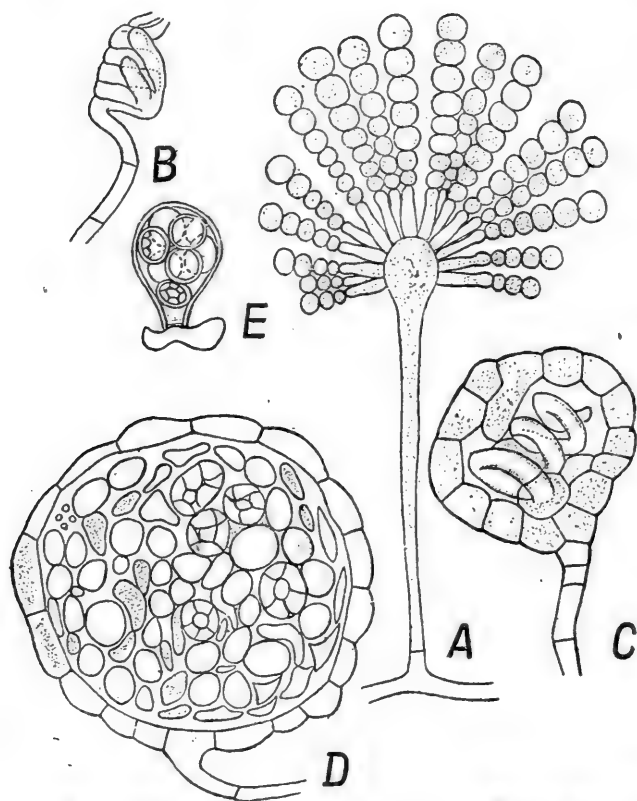


图99. 曲霉: A. 分生孢子梗及孢子; B—D. 子囊果的发育; E. 成熟的子囊。(临 Kny 及 De Bary)

子囊果(图 99. B—E)。

生长环境 孢子飞散于空气中,到处都有。

青霉属(*Penicillium*)

构造 青霉的构造、繁殖等(图 100. C—I),与曲菌几乎完全相似,所不同的,仅仅是分生孢子梗的式样而已。青霉分生孢子梗的构造不成球形而是扁平体,它最下的是总梗在同一平面上,向上分为2枝,这两枝又仍在同一平面上再各分为几个小枝,如此向上再分,最后的每1个小枝上,生长1串分生孢子,所以全体很象1把扫帚(图 100. A—B)。

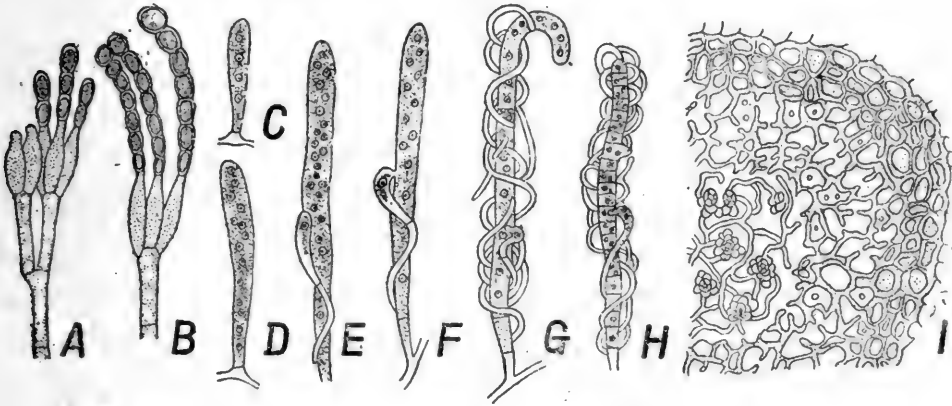


图 100. 青霉: A—B. 分生孢子及杆; C—D. 幼产囊体; E—F. 产囊体旁发生雄配子囊; G—H. 产囊体被包藏及发生横断分裂; I. 子囊果的一角,表示厚壁的菌丝薄壁组织及中部的疏松菌丝与子囊。(A—B. 临 Smith C—H. 临 Dangeard, I. 临 Wettstein)

生长环境 橘皮腐烂时,所生的青霉就是此菌,近些年来市上的杀菌消炎药剂、青霉素“盘尼西林”,即由青霉(*Penicillium notatum*)分泌的酵素提炼而成。

白粉菌目(ERYSIPHALES)

本目特征 属于此目的菌类多数营寄生,少有腐生。菌丝体通常生长于寄主的表面,有的不穿破表皮或仅生吸器进入寄主的细胞。少数的菌丝生于寄主的细胞间隙,但是它的子实体也生于寄主的体外(图 101. A)。又极少数的种类,子囊果虽最初生于角质层或表皮层之下,但此覆盖的组织日久破裂而终久暴露于外。菌丝分节,每细胞1核。无性繁殖方法仅见于少数种类,分生孢子连接成串,而顶端的1枚是最先所分化的。有性繁殖时,发生互相缠绕的雄配子囊及产囊体。由此发育产囊丝以产生子囊。营养菌丝自繁殖器官基部发生,围绕繁殖器官穿织成球,便成为子囊果。这1目的子囊果通常是无口的圆球,即闭囊壳,壳的内周有假薄壁组织包围和保护着。外周有各种特殊形式的附属丝。

白粉菌属(*Erysiphe*)

病征 白粉菌种类甚多, 专门寄生于被子植物上, 具有一定的寄主, 即某 1 种白粉菌仅能寄生于某一种寄主, 而决不能寄生于其他寄主, 凡营寄生而具此种特性的, 都可以叫做“专性寄生菌”。白粉病对于寄主, 多半为害不大, 通常使寄主发育不良, 或叶数减少而已。但严重时也能使叶片枯落, 以致抽穗而不结实。历史所载 1877 年美国加州, 及 1885 年瑞典, 都因壳类受此菌类的侵害而成灾患。

构造 菌丝分节, 每节含 1 枚细胞核。具有吸器的, 吸器穿进细胞之内。吸器与菌丝相连之处膨大成长圆球。圆球的两端发生几条管状菌丝, 但也有不发生菌丝而成卵形的(图 101. D—F)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 在叶面匍匐分布的菌丝, 发育成直立的菌丝。继而此直立的菌丝, 自行横分为上、下 2 节, 每节含 1 枚细胞核。上节行细胞核分裂, 成为 2 核, 分居上、下, 2 核之间, 又发生 1 横断壁使成两枚细胞。每 1 枚细胞膨大成 1 个分生孢子。在此 2 孢子之下, 未成孢子的部分, 也依同样步骤分裂成为孢子。当顶端 2 孢子形成之时, 其下部的细胞也分裂成为上、下 2 枚, 又在 2 核之间发生 1 横断壁。成为两枚细胞, 由此继续膨大成为孢子。并追随分生不已, 最多的可得孢子 20 枚。最下面的细胞, 是分生孢子梗。分子孢子脱落以后, 遇雨露即可萌芽(图 101. F—G, H—M)。(2)有性繁殖 子囊果发生于夏日(图 101. A, B), 产囊体较普通细胞略为粗大而带卵形。雄配子囊细而带弯曲形。它们常从邻近的菌丝所发生, 而互相缠绕, 且各含 1 枚细胞核, 并有横断壁以断绝它们与营养菌丝的通连。雄配子细胞核分裂时, 细胞也随之而分裂, 成为前后两枚, 前者居上, 后者成囊柄细胞。产囊体通常并不分节, 但也有例外。雄配子囊与产囊体的上端相接触。细胞壁于接触之处自行溶化, 使彼此通连。雄配子细胞核迁进产囊体, 但也有不进产囊体而自行退化的。交配 关于白粉菌交配问题, 学者争论不绝。哈博认为行 2 次交配, 邓仰认为只行 1 次交配[Gaumann 等, 1925]。今分述如下, 以供学者参考。哈博研究的结果, 发现雄配子进入产囊体, 即与雌配子核交配, 成为双倍的细胞核。但邓仰等则认为雄配子自行萎缩, 其核并未进内与雌配子交配。此时产囊体基部的营养细胞向上发育菌丝, 将产囊细胞包围, 且自相穿织成为球状体, 并逐渐膨大成为闭囊壳, 而闭囊壳的壁逐渐加厚。长成之闭囊壳壁构造通常分为 3 层, 最内的是薄壁细胞, 贮藏很多养料, 是饲养细胞。其外两层有叫做“皮层”, “皮层”细胞多角形, 日久变硬。雌配子细胞核分裂迅速, 同时, 产囊体延长成为 1 枚多核长形的细胞, 随即发生横隔壁, 将这枚长形细胞分为 5—7 枚一串相连的细胞。除最后第 2 枚细胞含 2 个细胞核之外, 其余都含 1 核。在这 1 枚细胞内的 2 个核又行交配(依哈博则为第 2 次交配), 其接合子乃是四倍体, 以后行 2 次减数分裂。(若依邓仰则第 1 次的交配成为双倍体, 以后仅行 1 次减数分裂)。由此含有接合核的细胞向旁侧生长成产囊丝。接合的细胞核在内行减数分裂, 结果分成 8 枚细胞核。每 1 个核分化成为 1 个子囊孢子, 也有因为细胞核先行退化而不成 8 枚的。子囊孢子透明, 球形而略长, 子囊卵圆形。也有接合的细胞核在交配之前先行普通分裂, 同时产囊体也分裂为短形产囊丝的。每条产囊丝中, 含有 1 对双核的细胞核。结果成 5—8 枚子囊, 或 20—

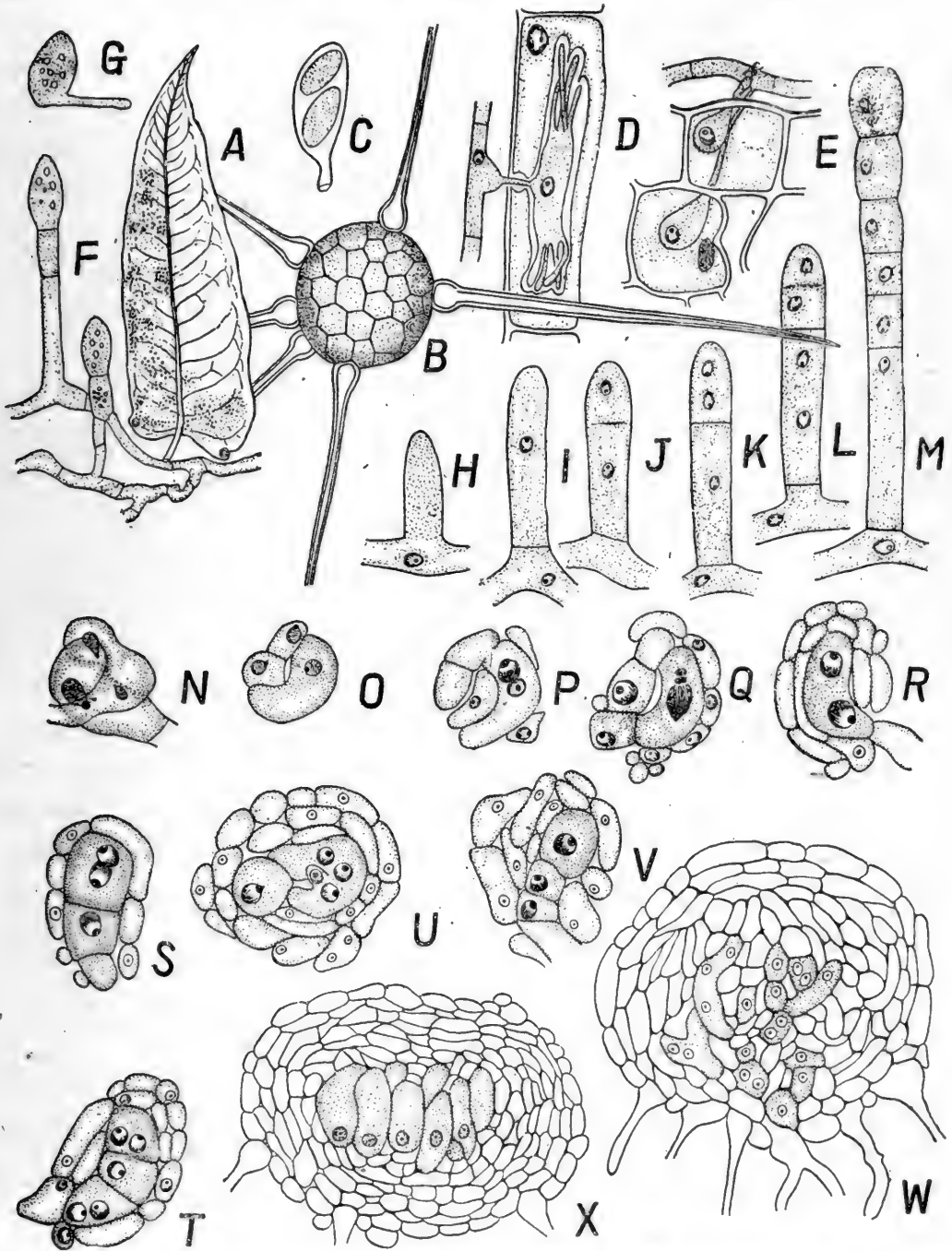


图 101. 白粉菌: A—B. *Phyllactinia corylea*; A. 橡树叶受病的情况; B. 子囊果与附属丝; C. 子囊; D. *Erysiphe graminis* 的吸器; E. *Uncinula salicis* 的吸器; F—G. *Phyllactinia corylea* 的分生孢子发育次序; H—M. *Sphaerotheca* 分生孢子的形成; N—X. *P. corylea* 的有性繁殖; N. 卷曲的交配枝; O. 雄配子细胞核分化成柄及雌配子细胞; P—Q. 雌、雄核交配; R. 初期产囊丝的发生; S—T. 初期产囊丝的双核细胞; U—V. 从双核细胞发生次期菌丝; W—X. 幼子囊果, 有点的细胞即是产囊丝; X. 子囊已经形成。(A—B. 临实物, 1950 年秋天采自北京师范大学, C. F—G. 临 Ellis 及 Everhart 1892, D—E. 临 Smith 1900, H—M. 临 Foëx 1913, N—X. 临 Harper 1905)

30枚。子囊长大时，閉囊壳內壁的飼养細胞逐漸消失，只剩外壁2层。从外壁外部的細胞发育为具有特征的附屬絲。(图101. B—C, N—X)。萌发 萌发之时，子囊吸收水分及养料而膨胀，用囊壳受膨胀而破裂。同时，子囊也自行破裂，并将孢子彈射于四方。

生长环境 此菌的分布非常广泛，在国内南北各省都有，北京的臭椿、南京的榆树及八角枫等都常患寄生。

肉座菌目(HYPOCREALES)

本目特征 此目曾属于核菌亚綱(Pyrenomycetes)，其子囊壳壁通常柔軟而色澤鮮淡，多半是白、黄、紅、淺褐、或紫羅兰等色。也偶有硬壁而呈深色的，子囊壳位于菌絲体之上或下陷其內。本目菌类有些寄生及侵害壳类及昆虫而有經濟价值。

麦角(*Claviceps purpurea*)

麦角是麦类和野草的重要病菌之一，因它可以入药，并且对于人畜有害，所以更被重視。西药中的 Ergotin，是产科重要药品之一，即从麦角中提取出来的。

病征 在麦角长出之前，病症不很显著。麦角外部紫黑色而内部白色，較寄主的果实长大(图102. A)。其长度因寄主而不同，在草上的长约3毫米，生燕麦上的约3厘米，1穗之上可以生长1到多个。初时长圓，直或弯，平滑或有纵裂的凹縫，质坚硬象角、骨一样。受病的麦在尚未发生麦角时，常于穎苞間分泌甜汁，名为“蜜露”。此菌可以使寄主受影响而发生各种反应，現在叙述如后：(1)不生麦粒而生麦角，(2)刺激邻近的花或吸收其养料使寄主只能抽穗而不结实，(3)穗变小。由此3項可使产量减少，品质降低。

构造 麦角的构造，可分为3个时期：(1)无性繁殖时期，(2)休眠时期，(3)有性繁殖时期。分述如下：

(1)无性繁殖时期 麦角的子囊孢子，当麦花开放的时候，达到子房上，即萌发菌絲，子房既受侵害，不久組織毀坏而全部被菌絲所侵占。菌絲組成1团。在内部的排列疏松，周围的排列致密，最外的1层細胞，作栅栏組織狀排列的，就是分生孢子梗，梗上生长单核卵圓形而透明的分生孢子(图102. E)。分生孢子的体型很小，混和于甜汁之中，借昆虫的媒介而傳到新寄主。这种孢子可以越冬而不死，次年可繼續为害。此无性时期以往曾名为 *Sphacelia segetum*，认为它与麦角菌不同，而是另1种菌类。

(2)休眠时期 当分生孢子产生完毕之时，菌絲发育又活跃起来，自行組成1个长形的硬皮菌絲球名为核体。核体周围是菌絲所穿織而成的密絲組織，它的中心則生滿长形的細胞，核体干时坚硬如石，名为麦角(图102. A)。

(3)有性繁殖时期 春雨时坚硬的核体受了湿润而开始萌发，硬皮裂破并向外发育专生长子囊壳的子座。子座分圓球状的生产部分及細长柄狀的不育部分(图102. B)；在球状部分的周圍

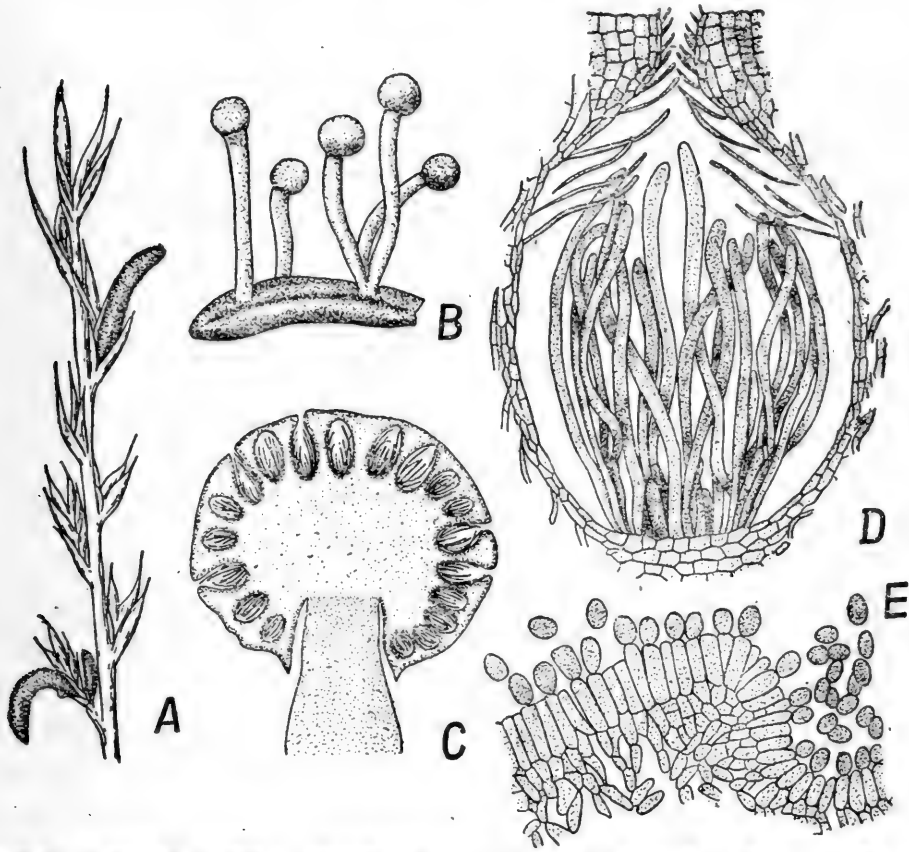


图 102. 麦角: A. 麦角及寄主示意图; B. 核体萌发成子座; C. 子座放大, 表示周围的子囊壳; D. 子囊壳放大, 表示内部长条状的子囊; E. 分生孢子。(临 Smith)

密生排列整齐的子囊壳(图 102. C—D), 在子囊壳中从同一菌丝的侧枝尖端上发育产囊体及雄配子囊, 二者交接, 雄配子核由产囊体的小管中进内。关于交配一点, 尚无明确报告。产囊体发育产囊丝, 产囊丝的发育与钩管等等都很标准, 由此分化成子囊(图 102. D)及子囊孢子。子囊孢子细长成针形, 每 8 枚平行排列于 1 个子囊之内, 成熟孢子可射出子囊壳之外 20—80 毫米, 被风吹到麦花上。

生长环境 麦角除寄生黑麦、燕麦之外, 又可侵害大麦、小麦以及其他禾本科植物。且又能制药, 所以很重要。欧、美 2 洲都有生产, 我国产麦地区也有发现, 但旧时代的农民常有误认是丰收的象征。

冬虫夏草属(*Cordyceps*)

构造 此菌是生长于昆虫的肉座菌类, 菌丝生长在昆虫体内而子实体出于外。高等的种类, 子实体也分不育及能育 2 部分(图 103.), 在能育部分发育子囊壳, 此属菌类也是专性寄生的。它的子座的式样各有不同, 此菌与寄主的关系, 现在还知道得不详细, 大概须待昆虫或其幼虫死后才行腐生。我国列为补品的冬虫夏草(*Cordyceps sinensis*)即其中的 1 种(图 103)。

生长环境 此菌以昆虫等的内部为寄主。我国的冬虫夏草在云南西部及四川出产很多，具有經濟价值。

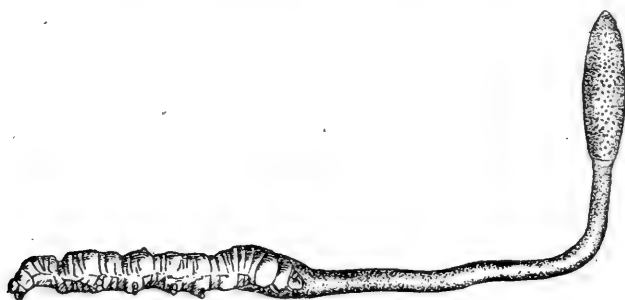


图 103. 冬虫夏草。(实物写生)

球壳目 (SPHAERIALES)

本目特征 球壳目也曾隶属于核菌亚綱 (Pyrenomycetes) 而与肉座菌目 (Hypocreales) 相邻接，但也有将此 2 目并作 1 目的。它不同于肉座菌目是子囊壳的色泽，通常作皮革或深暗色而壁坚硬，生产孢子的菌絲自相穿織成为特殊的子实体，名为子座。子座在无性繁殖时期可以发育分生孢子。有性时期则发育子囊壳，产生子囊孢子。球壳目菌类的孢子常通是 8 枚，很少的是 4 枚。子囊壳下陷，不陷和全陷于子座組織之中。有隔絲或沒有。孢子分室或不分。

苹果黑星菌 (*Venturia inaequalis*)

病征 此菌专生于苹果上，而以苹果为它的绝对寄主。苹果的叶片、果实以及嫩枝都可受侵害。叶片受侵害时，初現侵害的斑点，繼而疮处加厚，老疮痕的表面变为光滑且呈棕色，叶片卷縮終至脫落。果实被害时，初最表皮隆起成圓块的疮疤，疤部变棕黄色。繼而角質层破裂，疮疤变为淡黑色，且呈絨毛状。花朵的萼片、花瓣、花柄及幼果都可被它侵害。受害到了严重的程度，可使花果早落。幼枝受侵害时，所发生的疮疤，与果实上所发生的相仿佛。

构造 此病菌的生活史可分无性与有性 2 个时期。无性时期又名半知时期。有性时期又名子囊壳时期 (1894 年德人艾特霍 Aderhold, 1901 年美人克林登 Clinton 先后研究，方知有、无两性属于同一菌类)。

无性时期 在此时期寄生于活物。侵害苹果的叶、枝与果实，最先由子囊孢子发生的菌絲鉗破角質层侵入寄主，以后在角質层与表皮之間生长发育，成为薄壁組織状的細胞，叫做密絲組織。

无性繁殖 当密絲組織发育的时候，寄主的角質层已被頂破，由此向上发育为分生孢子梗，梗很短，分 1—2 节，起初直立，老則变为弯垂，梗黑綠色。上生 1 枚橢圓或卵形的分生孢子。孢子通常 1 室，少有分隔成 2 室的，分生孢子借风力飞散。如果达到新寄主，則又可发生菌絲，繼續为害。在无性时期的菌絲、分生孢子及分生孢子梗，都是单核的 (图 104. A)。

有性时期 无性时期病菌所侵害的叶片，在 10 月初旬即行脫落，但其时无病的仍留在枝上。

此时在疮疤中部的菌絲开始死亡,但在周圍的反而活潑,且繼續生长发育。并自行穿織成为密絲組織。到了 11 月的时候,叶內的組織多半变化及敗坏,菌絲向死組織各方侵长,所以有性时期的菌絲实在是腐生的。

有性繁殖 产囊体的发育:在枯叶死組織中,生长茂盛的菌絲是营养菌絲。而不很茂盛的是繁殖菌絲。子囊壳是繁殖菌絲所分化。子囊壳发育开始之时,菌絲的尖端向下弯曲,而向其本身的下部纏繞,成为螺旋狀的結,不久自相穿織成 1 密絲組織,且壁部加厚成为日后子囊壳的包被(图 104. B)。內部的菌絲即被纏繞于中部的菌絲,由筒形膨大,变为各边相等的細胞,且是多核

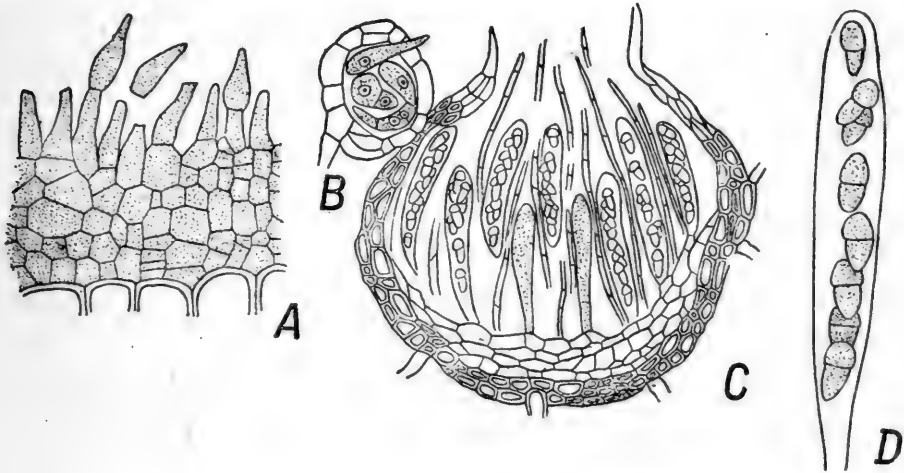
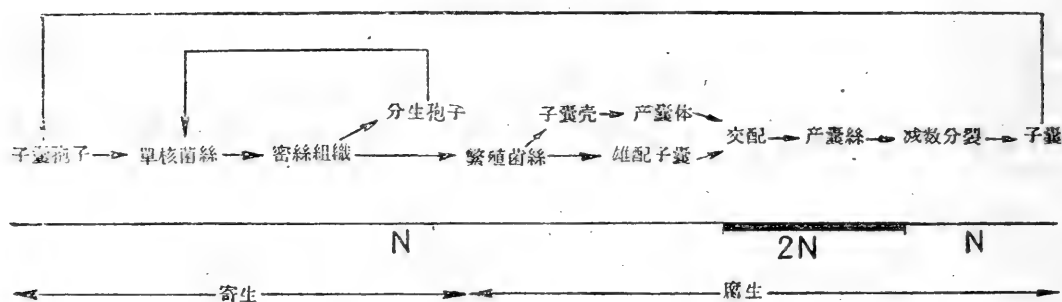


图 104. 苹果黑星菌; A. 分生孢子及密絲組織; B. 产囊体; C. 子囊壳; D. 子囊及子囊孢子。

(A—C. 临 Smith, D. 忆想图)

的。其中的 1 枚特别延长并分裂,成为 1 串含有 2 或 4 个細胞核的細胞。此等細胞即日后的产囊体是从它們分化而来的。产囊体周圍的細胞中有 1 枚特别延长出外,成为受精絲。**雄配子囊的发育** 雄配子囊发生于产囊体邻近的菌絲,其上部特别寬大,且分歧成三叉形的枝条。多数的細胞核分裂,每 2 枚自行排列成对偶,以迁移于分叉的枝条內。**交配** 交配之先受精絲迅速向雄配子囊生长,且相接触。最后雄配子囊的叉枝象手指握物一样将受精絲包围。此时,雄配子細胞核受刺激而更加分裂,且体积加大。当受精絲与雄配子囊紧接后,細胞壁上发生 1 孔。雄配子核經過受精絲之后,雄配子囊与受精絲及受精絲的細胞核自行退化,且与受精絲的基部发生 1 横隔壁,以阻断产囊体与外界的交通。此后,产囊体内发生横断壁,分成多节,每节成 1 枚細胞,其中多有含核 2 枚的。萌发时由此种細胞发生分枝,分节的产囊絲。同时,子囊壳壁的細胞也进行分裂,分成 3—4 层,最內的向內发生隔絲。成熟时产囊絲分化为子囊(图 104. C),每 1 个子囊內有 1 枚双倍性的細胞核,經减数分裂后成为 8 枚。每枚成为 1 个子囊孢子。此菌的子囊孢子有 1 横隔,将孢子分为上、下 2 室:上室大,下室小(图 104. D)。子囊細长,伸出子囊壳口之外。子囊孢子被泄于外,借风力而达于寄主。

苹果黑星菌生活史图表

鹿角菌属(*Xylaria*)

构造 子实体形状奇突，坚硬如木，直立于寄主之外，分叉或不分。无性繁殖时，除黑色的顶部外，全体的外周满生白色的分生孢子，形状如同洋烛，所以又叫做蜡烛菌。子囊壳接近子座四周而生，它们的位置适成直角，子囊壳的发育通常在分生孢子产生之后。

生长环境 此菌寄生于树木上，在云南白蚁巢中不产生鸡埕则通常产生此菌。究竟它们的关系怎样，还不很清楚。

盘菌目(PEZIZALES)

本目特征 属于盘菌目的菌类，通常腐生，繁殖方法有性与无性都有。无性繁殖时，发生分生孢子，分生孢子发育于分枝或不分枝的分生孢子梗上，也有由菌丝各节膨大成为1串圆球的。另有菌丝自相网织成1球状体，球的周围成密丝组织，并变成硬壳，壳的内部为疏松的繁殖菌丝。此种菌丝球叫做菌核。有性繁殖时发生产囊体、受精丝、雄配子囊、产囊丝、子囊及子囊孢子等。子囊的排列多半有规则，成为子实层而生长于1个特殊的子囊果内。盘菌目的子囊果，上开大口，下有柄，形状如碗。此种碗状子囊果叫做子囊盘，以区别于全体球形的闭囊壳与瓶状或孟状子囊壳。

盘菌属(*Peziza*)

构造 菌丝分节，是双核菌丝。子囊盘成盘状或碗状，直径2—4厘米。盘有短柄，通常埋于泥土中。子囊孢子通常排列成单行(图105. A, B)

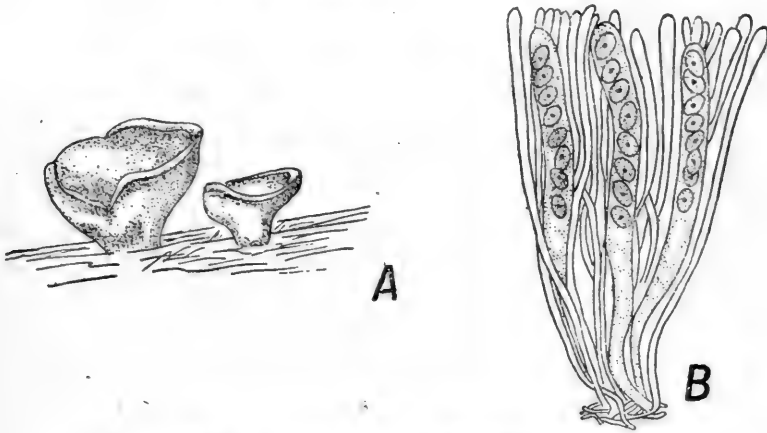


图 105. 盘菌: A. 外形写意图; B. 子囊及隔丝。(胎 Coulter)

羊肚菌目(HELVELLALES)

本目特征 羊肚菌目又称馬鞍菌目,此目菌类有置在盘菌目中的,其子囊盘有长大的柄。柄的上端,有生长孢子的部分,叫做菌盖。羊肚菌目植物的菌盖,形状以奇特为特征。菌丝的外周是子实层。在子实层内,子囊成平行的排列。

羊肚菌属(*Morchella*)

构造 子囊盘的柄通常高 1 寸多,基部直径约近 1 寸,上部略细。菌伞高约 2 寸,菌伞外周有凹下的部分及隆起的条纹,它的形状很象翻转的石榴皮或羊肚,所以叫做羊肚菌。菌柄灰白色,成熟的孢子为黑色,所以菌体上黑而下白(图 106)。

生长环境 羊肚菌(*Morchella esculenta*)可供食用,产地甚广。据笔者所知,此菌盛产于西南地区象云南等省,但江西、河北及其他各地,也偶有发现。



图 106. 羊肚菌。(实物写生)

小虫囊目(LABOULBENIALES)

本目特征 此目菌类都以昆虫为寄主,而多数寄生于甲壳虫的皮上,很象皮上生长的毛或刺一样,对于寄主似乎没有什么妨害。菌丝通常不很发达,并不穿进寄主体内。但寄生于软体昆虫的,菌丝体的下部细胞可发生假根状的吸器,穿进寄主体内。此目菌类的构造通常可分上、下 2 部分,下部生长于昆虫皮中的是基部,基部细胞往往呈黑色。另 1 部分则在基部之上而露出寄主

的皮外,繁殖器官生于上部。产囊体都有受精絲。

柱头菌(*Stigmatomyces baeri*)

构造 此菌构造简单,全体分为吸收与繁殖2部分。吸收部分成单細胞,生长于昆虫皮层內,上部分为营养及繁殖的細胞。营养繁殖細胞初时与吸收細胞排列成1直綫,最后分为2枝。1枝专生雄配子囊,就是雄配子囊枝。另1枝則是子囊壳枝,全枝成为一枚子囊壳(图 107. K)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 此菌沒有无性繁殖。(2)有性繁殖 雄配子囊的发育 雄配子囊枝各細胞都进行同样地斜裂,每1枚細胞分为上、下2細胞(图 107. A—C)。每1枚在上的以后又横分为上、下2枝,最上的即是雄配子囊。雄配子囊上部細小而下部寬大,形状很象长頸瓶。当成熟的时候,在瓶的頸部发生1孔,囊內含1枚細胞核。雄配子发育时,原生質繼續分裂,成为小型的单核构造,由雄配子囊的小孔逐一泄出于外。此小型的原生質体可以叫做性孢子(有的人把它叫做不动精子)(图 107. H—K)。

产囊体的发育 此菌的孢子,分为2节,每节是一枚細胞(图 107. A)。当孢子粘着于昆虫体内时,其下部的細胞横裂成两枚細胞,在这个时期全体共有3枚細胞(图 107. B)。后来,这小型黑色而居于尖端的,生长进入寄主皮內,成为吸收細胞。另1枚較大而居于3枚細胞中央的,横分为2(图 107. C)。不久,二者之一居于下位的又横裂为2,此新成的上、下2枚細胞在上方的

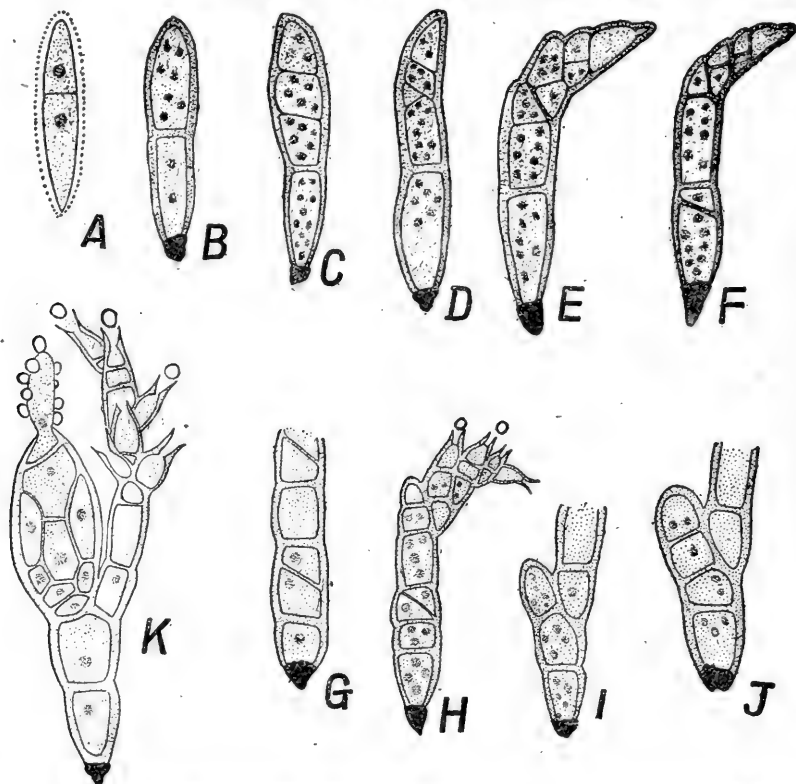


图 107. 柱头菌: A—K. 由孢子萌发,到交配时期的各步骤。A. 孢子; B—J. 发育中的各步骤; K. 成熟时期,表示产囊体及受精絲(左),雄配子枝(右)。(自 Smith 临 Thaxter 1896)

即子囊壳原始細胞(图 107. E)。全子囊壳由此发育而成(图 107. F, G, H)。此原始細胞由菌体的旁側斜出生长,不久复行横断分裂又成上、下 2 枚細胞(图 107. G)。居上方的是产囊体原始細胞,下方的是子囊壳包被的原始細胞。产囊体原始細胞分裂成 4 枚細胞,排成 1 串,最上的 1 枚是受精絲。同时,子囊壳的包被原始細胞分裂成为子囊壳的包被构造,最后成为多层构造,包围和保护于外。交配 性孢子达到受精絲上并且和受精絲粘附。雌、雄配子进行交配。交配后,短而粗壮的产囊絲由产囊体的基部生出。每 1 产囊絲細胞发育子囊数枚。子囊孢子长針形而粗壮,内部横分为两細胞,外周有胶质层。胶质在孢子的一端特別厚,这样对于粘附昆虫时更为便利。

生长环境 此菌都寄生于昆虫的皮上,不但专性寄生,而且寄生的部分都有一定。

子囊菌亚綱提要

(1)子囊菌亚綱是菌类中最大的 1 綱,种类繁多,确数多少很难一定,有的說 32,000 余种,有的說 25,000—35,000 种。(2)菌絲体除酵母以外,子囊菌都有发育良好的菌絲。菌絲通常分为細胞,細胞有单核、双核及多核之別。菌絲可以分化为菌絲段体或称粉孢子,或为厚垣孢子,有的穿織組成菌核或子座,此外有的穿入树枝的組織中潜伏越过严冬的。(3)无性繁殖时发生分生孢子、厚垣孢子或其他无性孢子。(4)有性繁殖时发生雌、雄配子囊,雌配子囊概称产囊体。雄配子囊与产囊体同形,异形,或不成配子囊而为双核阶段的。又有产囊体上发生受精絲而雄配子成为特殊的构造象紅藻一样,雌、雄配子交配或不交配而行单性生殖。接合子直接成为子囊,或必須經過产囊絲或产囊絲細胞然后发育成子囊。子囊孢子概由双倍体細胞核行减数分裂以后分化而成。产囊絲发育子囊之时有先成鈎管而后产生子囊的。每 1 枚子囊內所含的孢子通常是 8 枚,也有的是 4 枚或者竟有的多至 1,000 余枚的。子囊有裸露与包裹之別,包裹的菌絲穿織成为特殊的子囊果。子囊果无口而球状的叫做閉囊壳,球体开小孔的叫做子囊壳,开口很大而全体成盘状或碗状的,叫做子囊盘。(5)关于繁殖方面,有的具有性及无性两种,或只具有性 1 种的。只具有无性而未見有性的,概归入半知菌亚綱(Fungi imperfecti)。(6)子囊菌与藻类可以共生,成为地衣。(7)子囊菌亚綱菌类很多是高等植物病原菌类,值得我們注意。

第七章 担子菌亚綱(BASIDIOMYCETES)

本亚綱特征 担子菌是菌类中最高等的，約有 20,000—25,000 种，分布世界各地。其中有供食用視為珍奇的，有專門侵害农林植物发生严重病害的。子实体通常显著，具特殊的构造与形式，易受注意。担子菌因产生担子而得名。担子就是有性繁殖时所发生的孢子囊。由双核的細胞分化而成，細胞核的交配及减数分裂多半在担子之中进行。担子通常筒形，1 室，产生 4 枚担孢子。双核的細胞核在担子細胞中接合成双倍体，随即进行减数分裂，成为 4 枚单倍的核。担子細胞向上膨突延长成几根短小的管，每 1 个細胞核迁移到 1 根小管中，也有的是仅生 2 根管而每 1 根管中迁入 2 个核；或者有的是 2 个核永久留于担子細胞中，其余的 2 个核各迁入 1 根管中。管的下端渐渐收縮，最后将管口封閉，便成为孢子。原来的孢子囊称为担子，其上所生的孢子叫做担孢子(图 96. L—R, 图 108. A—K)。每 1 枚担子虽通常生长 4 枚担孢子，然而偶有較多或較少的。担子通常无节，也有发生縱裂或橫断隔壁的。担孢子生于担子的頂上。发生橫隔壁时，担子分成多节，每节之旁生 1 枚孢子。因为担孢子生于孢子囊之外，因此有人把它叫做外生孢子，来区别子囊菌生于囊內的内生孢子。

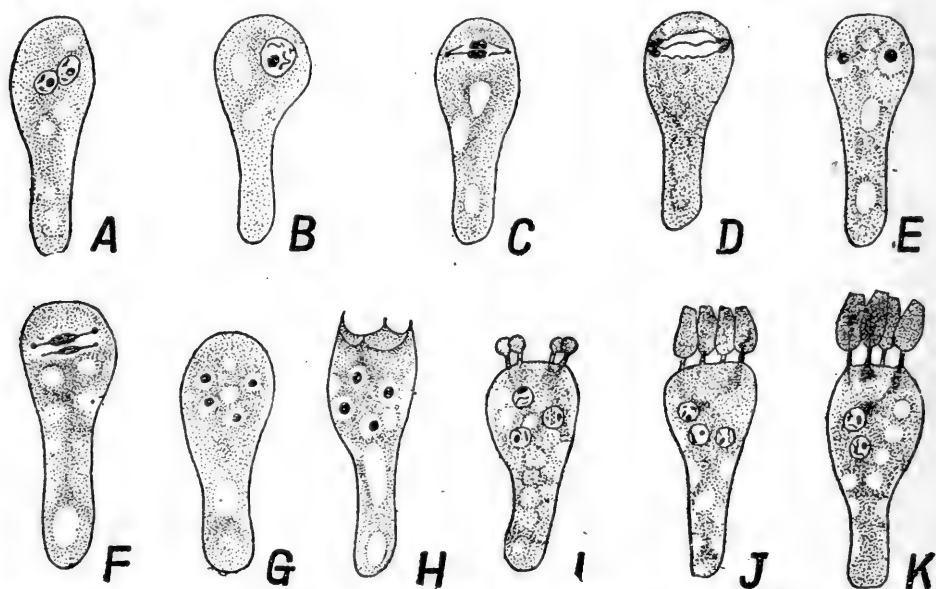


图 108. 鬼伞属(*Coprinus*)担孢子的形成: A. 双带性的担子含有不同性别的核; B. $2N$ 核; C—D. 分裂; E. 2 子核; F. 再裂; G. 四子核; H. 孢子柄的发生; I—K. 孢子的形成与核的迁入担孢子中。(临周宗瑛博士論文 1934)

但笔者以为子囊孢子与担孢子最大的区别，在于孢子壁来源的不同。担孢子的孢壁即担子原来的壁，而子囊孢子的孢壁则是另行发生的。二者絕不能混作一談。故与其以孢子囊之内外为子囊菌与担子菌的区别，不若以細胞壁的来源如何分类，似乎更为明确。

担孢子的散布，至为巧妙。同一担子上所生长的 4 枚担孢子，在数秒到数分鐘內，逐一放射，

极有次序。如果4枚孢子各生于东南西北的一方,先由东方的孢子向东北射出。其次是北方的孢子,向西南方射出。再次是南方的向北射出。最后西方的向东射出(图109. A—E)。孢子射出以前,孢子小柄分泌1小滴露珠,在5—20秒钟之间,珠点已充分膨大,孢子便向外射落。孢子射程可达其体积的10—20倍。孢子1室,很少的两室。有色或无色透明。谢落后,随即萌发。下等担子菌类,通常发育分生孢子。分生孢子梗的形状很多。

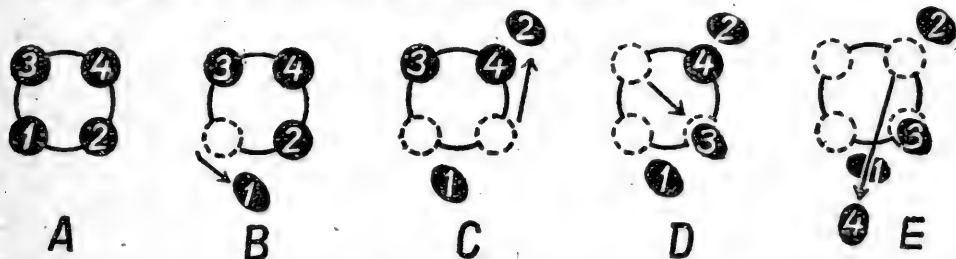


图109. 担孢子散布示意图: A. 孢子未落之时; B—E. 表示射落的孢子, 由1枚逐渐增加到3枚; 黑点代表孢子, 虚线图表示孢子已射落的位置, 箭头表示射落的方向, 数目字表示孢子射落的次序。(仿 Bessey 改作)

菌丝的分类 担子菌通常具3种菌丝体, 分别叙述如下:

(1) 初期菌丝体 初期菌丝体是担孢子萌芽时直接发育的菌丝体。初期菌丝细而分枝, 通常自相缠绕, 交互穿织成为不规则的菌丝网。次期菌丝体即由此发育。当其发育后, 初期的渐形消灭。初期菌丝体又分4种不同的形态, 分述于后: (一)单核的担孢子萌发为单核分节的菌丝。(二)双核担孢子萌发时, 先发育1根芽管, 1个核迁入芽管, 他核留于孢子之间并发生一横壁, 将两核分居于两枚细胞内, 如此便成为单核细胞。(三)无论双核或单核的孢子, 初时萌发成一条多核的菌丝, 然后发生横壁, 分隔为单核的细胞。(四)双核孢子发育菌丝后, 其核永远相伴成对, 分裂时也同时分裂, 结果由孢子直到菌丝并不经过单核步骤, 而永远是双核的, 此种菌丝可以归入次期菌丝中。初期菌丝体是单倍的菌丝体, 与子囊菌丝体相等。它的无性孢子好比分生孢子、粉孢子等, 都可由此发育。但是从来不育有性器官, 然而也有性别, 且有同宗、异宗之分。同宗的由1枚单独的孢子能发育1个完全的生活史。如果是异宗的, 则仅能发生无性孢子而已。有时同一种类的性不仅两种, 所以可以“支”来代表它。除性(+)(-)之外, 尚有同支、异支、同宗、异宗之别。因此, 性别在这里极为复杂, 很难用雌雄二字来表示。

(2) 次期菌丝体 菌丝分节, 每1节有2个核而属于两种不同的性别, 这就是双核阶段。此种菌丝体的发育也有各种不同的方式, 现在简略叙述如下: (一)由不同性的担孢子所发育的初期单核原菌丝体相接触而发生1钩管, 其中1枚细胞核由钩管中通过而迁入另一菌丝体内, 如此就成为两核同居1节的双核菌丝(图110. A)。(二)也有在两枚细胞之间发生1管, 而两细胞核同时迁进管内, 从管上发生双核菌丝。(三)另有由单核的菌丝结合以产生双核的孢子, 由此孢子发育双核菌丝。(四)除(一)所述的钩管而外, 双核菌丝分裂时, 也多有发生钩管, 以细胞核可以从钩管交换与通过。钩管的发生通常在菌丝尖端的1节。细胞将行分裂之时, 其中部向外凸起成1小管, 就是钩管。钩管向菌丝的后部弯曲成1个钩形。同时, 2个细胞核各自分裂成为2枚, 此时在此节中有子母细胞核共4枚, 2枚(+)性, 2枚(-)性。其中1枚(+)核迁入钩管的

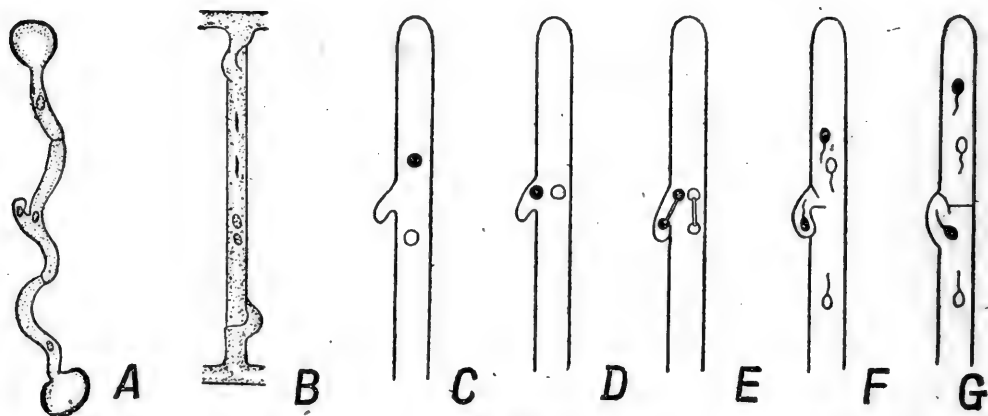


图 110. 两带性菌絲的形成与鎖状連合的发生: A. 两条原菌絲连接时发生鉤管; B. 次期菌絲交接时发生的鉤管; C—G. 同一菌絲所发生的鉤管; (+)及(-)性細胞核用黑点及空白圈分別代表。(A—B. 临 Lehfeld 及 Bensaude, C—G. 临 Bensaude)

端头, 1 枚(-)核留于較后的部分中。另外 2 枚核是(+)及(-)各 1 枚, 迁居到較前的部分。在鉤管及細胞中各发生一橫壁, 將鉤管及細胞各分为 2 节。在鉤管的尖端与細胞的后节各有核 1 枚, 而前节有核 2 枚。不久, 鉤管与后节細胞靠近, 互相通連, 其中的(+)核迁到細胞中而与(-)核在一起。如此, 便成为細胞 2 节, 每节含有 2 枚細胞核而成为双核阶段的菌絲(图 110. B—G)。凡是 2 枚細胞由鉤管的連合, 叫做鎖状連合。

(3)三期菌絲体 高等担子菌的特殊子实体, 通常由次期菌絲、少数由初期菌絲所組成。凡組成子实体的菌絲体, 一概称为三期菌絲体。依菌絲体分化的精粗, 可定种类进化的高下。最下等的只成壳状的构造, 都由疏松的菌絲所組成。担子并不成子实层, 而仅成丛束散布于子实体的全面。据柏施 (Bessey 1939) 的意見, 认为大概子实体可由壳状的进化到薄片状的, 而担子分化成层, 生长于子实体的下面。更进化的則子实体的下面可分为褶、孔及齿牙状的构造, 以增加子实体的面积。而具特殊分化的, 在中部有直立的柱状体, 是为菌柄, 上有圓形象伞盖的菌盖(第二編卷首图)。或全体分歧象树枝等等。子实体顏色很多, 有紅、黃、紫、綠、藍、白、棕、橙、灰、白、乳白、古銅等等, 品質与体积也各各不同。有肉質、胶質、紙状、木栓状、木質等等。直徑小的仅数毫米, 大的可达几十厘米。存在時間的长短也各不同, 有生长后隨即萎謝的, 也有多年生的。

繁殖方法 担子菌的繁殖方法也分为有性与无性 2 种: (1)有性繁殖 分化明显的有性繁殖器官, 譬如雌、雄配子囊等, 都不見于担子菌类。双核性的(+)及(-)細胞核在担子中交配, 并且立即进行减数分裂。(2)无性繁殖 担子菌有仅見有性繁殖而未見无性的, 也有 2 种都有的。无性繁殖时发生的孢子, 依其形态的不同, 可分为多种。且有同一植物上发生多种不同的孢子的。

在担子菌分类方面意見分歧, 系統繁多, 无所适从。現在暫将全亚綱分为 2 大群类, 每类之中再分为若干目, 是否有当, 尚希讀者指正。

半担子菌类(HEMIBASIDIOMYCETES)

本类特征 本类菌类沒有第三期菌絲体所組成的特殊子实体，担子是由特殊的休眠孢子萌发所形成，而不是菌絲所发育。

黑粉目(USTILAGINALES)

本目特征 属于本目的菌类約有 600 余种，都是专性寄生菌，寄主的組織被寄生而成为隆起的瘤，瘤內滿生棕黑色的厚垣孢子，或者寄主的子房变为滿貯孢子的所在。

此目菌类是寄生的，但其生活史中的一部分时期則为腐生，黑粉菌的菌絲体通常生于寄主的胞間隙，但也有生于細胞当中的(例如 *U. zeae*)。通常无吸器，但亦有发生的。担子分节或不分，是由休眠孢子直接萌发的。孢子的数目多少无定。

黑粉属(*Ustilago*)

黑粉属是严重为害谷类的菌类，种类很多，現在拿玉蜀黍黑粉菌(*Ustilago zeae*)作为例子。

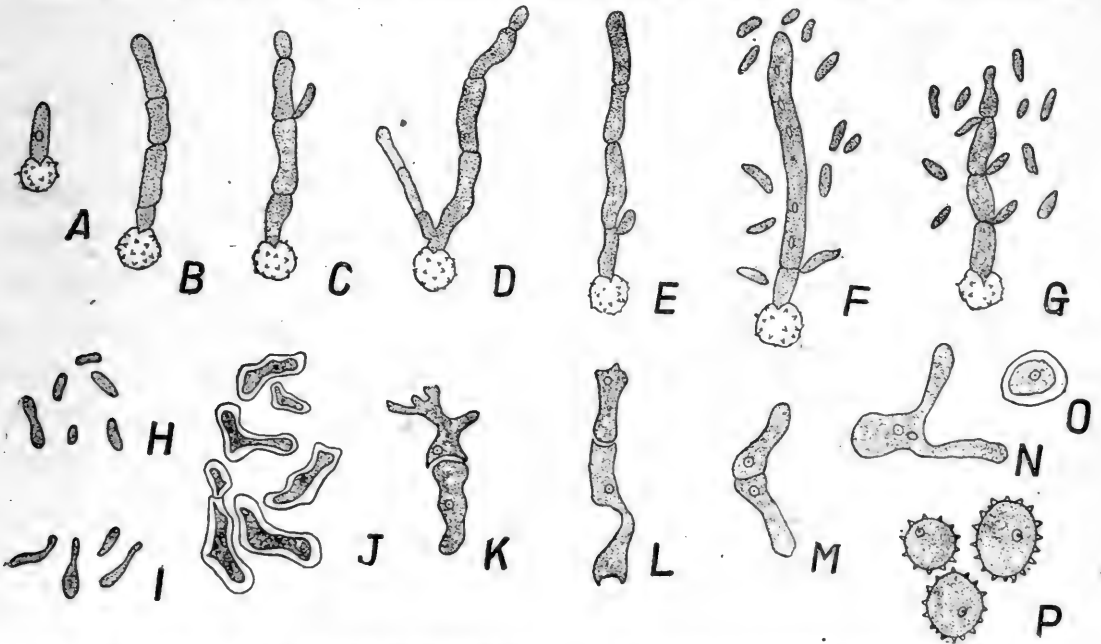


图 111. 黑粉菌: A—E. 在 19 小时内孢子萌发的状况; F—G. 生长已 7 天的原菌絲体和它所产生的小型孢子; H—I. 小型孢子及其萌发; J. 采自玉蜀黍疮口的单核菌絲; K—L. 单核菌絲細胞; M—N. 交配; O. 嫩孢子; P. 老孢子。(A—I. 自 Heald 和 Stakman, J—P. 自 Gämman 等 稿 Rawitscher 1912)

病征 此菌为专性寄生菌，在玉蜀黍的莖、叶、花序上都可以生长。受侵害的部分，嫩时发生灰白色的瘤，久则变棕黑色，瘤老时破裂，棕黑色的粉末随风飞散，这些就是厚垣孢子。病严重时，可使寄主枯死或不产生果实，可使总收获量减少5—15%。

构造 此菌的构造很简单，孢子在水中发芽，长出1条细长约分4节的菌丝，这就是原菌丝体，也称为担子。由此向旁侧及上端发生纺锤形的二次孢子（又称小型孢子）。在营养充足的环境下，原菌丝也能分枝，而小型孢子也能象酵母似的发芽，成为二次小型孢子。无论何种小型孢子，都可发育菌丝（图111. A—I），从寄主的气孔或伤口穿入寄主组织内。菌丝在寄主之内逐渐变粗加长且分枝分节，每节含1枚细胞核。当菌丝充满于瘤中之时，菌丝的细胞各各脱节自行分开成为单细胞。每邻接的两枚细胞自相集合，接触的壁不久消失，即成为1枚不规则的管筒状的细胞，其内含有2枚细胞核，以后细胞外壁渐行胶化，细胞被孢子壁所包围，待胶质被吸收完的时候，孢子即成为粉末状。孢子圆形或长圆形，棕黑色，外壁生短刺，可立即萌发，繁殖非常迅速，由开始侵害寄主直到成熟，仅需7—21日（图111. J—P）。

生长环境 世界各地都有，我国各地此病也多。

腥黑粉属 (*Tilletia*)

病征 小麦网腥黑穗菌 (*T. tritici*) 是麦类严重病症之一。据统计，损失之多可达总收获量75—80%。病况最显著的，是孢子成熟的时候全穗变成棕黑色的粉末。当孢子未成熟以前，被侵害的籽苗常在子叶及第一幼叶上发现白斑，平直的叶片变成卷曲。籽苗受害的往往容易冻死。受病麦类的穗可能较为瘦长，颖苞变为瘦窄，而花朵的排列较为疏松和不整齐。无病的将成熟时，全穗下垂，而受病的则仍直立。子房加大变绿，小蕊变黄，体积缩小等等。

生活史 此菌的构造与黑粉菌相似，也极简单，孢子圆形、长圆形或梨形。外壁有条纹状的凸起，构成网状花纹，孢子萌发时双倍体的细胞核进行减数分裂，分成8枚单倍体的细胞核（图112.

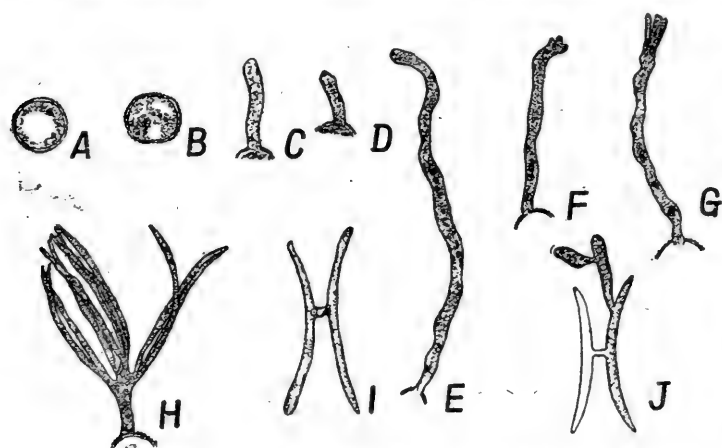


图112. 腥黑粉菌：A—B. 孢子及核分裂；C—E. 原菌丝体的发育与核的分裂；F—H. 细长菌丝(孢子)的发育；I. 横管的发生；J. 小型孢子的发育、形成。(A—I. 临王宗清博士论文1934, J. 临 Paravicini 1917)

A—B)，随即迁入萌发的原菌丝体内，原菌丝也称担子。原菌丝体的顶端向上发育8根细长的菌丝，每1个细胞核由下向上迁移进1根菌丝内（图112. C—H）。原菌丝中随后发生横断壁成为上、下两节，但节中并无细胞核。含核的细长菌丝（也称为孢子）的中部向外发生1横管，以通到邻近的菌丝中部。当横管通连时，它的细胞核跟随而迁入另一菌丝内。此时两根直立菌丝的中部连接1枚横菌丝，形状与字母H颇

相类似(图 112. I), 但在一边的細管中含 2 个細胞核。这 2 个核中的 1 个是 (+) 性, 另 1 个是 (-) 性, 此菌絲是双核菌絲。这两个細胞核各自分裂, 并向外发生小型孢子。小型孢子之中, 也含 1 (+) 或 (-) 性的細胞核(图 112. J)。由小型孢子萌芽发育菌絲侵入寄主的子房。成熟时菌絲自行分断, 成为单細胞的孢子, 孢子起初含有两个核, 不久交配, 成为 1 枚双倍体之細胞核。

生长环境 小麦腥黑穗病非常普遍, 到处都有, 北方称它为黑痘病。

锈菌目(UREDINALES)

本目特征 此目病菌, 除极少数侵害蕨类植物之外, 都寄生在高等植物上, 发生严重病害, 对于經濟的影响很大。它的孢子为显著的橙黄色或棕紅色, 类似鉄锈, 所以叫做锈菌。锈菌都是絕對专性寄生菌, 甚至寄生在寄主的那一个变种上也要选择。此目菌类的重要特征, 可大致分为四项: (1) 菌絲含黄色或橘紅色的油点, 通常生长于寄主細胞間隙內, 很少有进入細胞的; (2) 同一菌絲体发育多种不同的孢子。标准锈菌的孢子, 有 5 种之多; (3) 同一锈菌因时期的不同, 而分別生长于絕對不同的寄主上; (4) 在原菌絲体时期是独立生活的。

秆锈菌(*Puccinia graminis*)

病征 秆锈菌的亚种甚多, 今专取其寄生于麦类的小麦秆锈菌(*Puccinia graminis* var. *tritici*) 而言。小麦秆锈菌的生活史分为两个阶段, 分別寄生于麦类及小檗科植物。当它侵害麦类的时候, 起初在寄主的叶、莖与叶鞘上, 发生棕黄色的斑点, 日久变黑(图 113. A)。病症严重时, 可导致全无收获。寄生于小檗时, 除侵害叶片之外, 也能侵害果实。被害叶片的上面, 起初发现圆形的小黄点, 不久斑点的周緣变为紅紫色, 而中部变为蜜色的濃泡, 由此向外分泌液珠, 叶的下面同时发生杯状疮口。小檗虽被寄生, 但没有什么大的害处。

生活史 秆锈病菌寄生在小檗(*Berberis vulgaris*) 时, 发育 2 种不同的孢子:

(1) **性孢子**, 从前叫做不动精子。此种孢子形状微小, 所以笔者曾經把它叫做微孢子。性孢子圓形, 长圓形或梨形。含 1 枚細胞核。实在是发育于分节单核菌絲的 1 种分生孢子。此单倍性的菌絲生长于小檗上表皮或角质层之下, 自行組成长頸燒瓶状的腔, 成为性孢子器。器內滿生直立的菌絲, 成为性孢子梗。每杆分断成为 1 串单核小型的性孢子(图 113. B—H, P)。孢子成熟时, 孢子器的口被頂破, 器內分泌香甜的粘汁, 与孢子混合成为珠点。向外涌出器口(图 113. H, P), 借昆虫的吸食, 孢子得以傳布, 大概可能繼續侵害小檗, 发育单倍的菌絲及性孢子器。

(2) **锈孢子**。如果 (+) 与 (-) 性孢子或 (+) 与 (-) 担孢子所发育的菌絲相遇时, 都可能发育双核菌絲。又性孢子与异性性孢子器中所伸出的隔絲接触时, 細胞核可以由隔絲的頂端入內, 而达到基部細胞中, 成为双核細胞。因此有称性孢子器的隔絲是受精絲的。凡在小檗上的双核菌絲, 都能自相穿織成为密絲組織。由此构成 1 个燒瓶状的孢子器, 这就是锈孢子器(图 113. II, ae)。锈孢子器通常生在叶的下面, 器內滿生向外生长的锈孢子梗。每 1 梗上生长 1 串锈孢子。

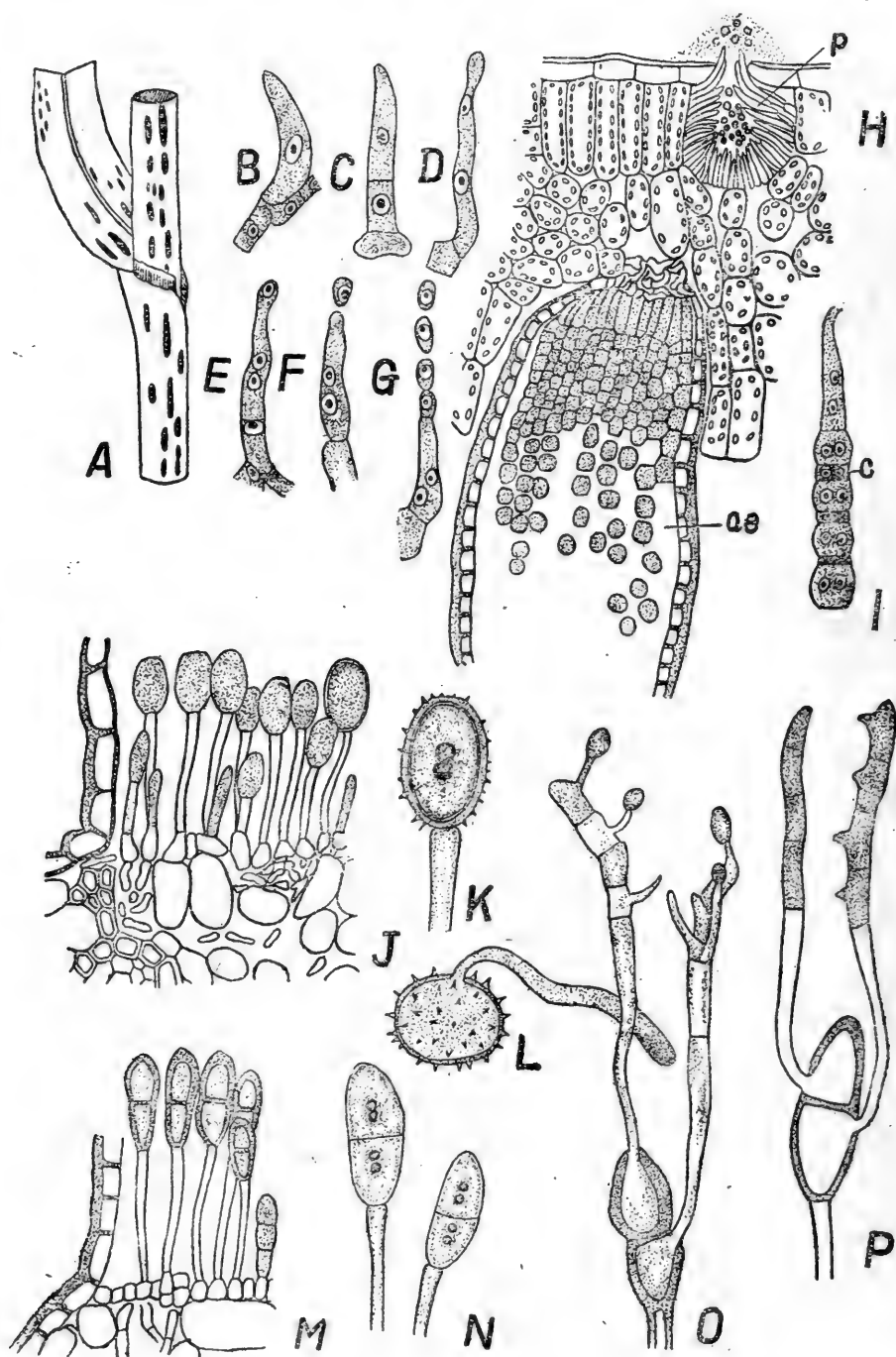


图 113. 杆锈菌: A. 麦秆及叶鞘, 表示病征(黑斑); B—G. 性孢子的形成; H. 小壁叶片横切面, 上角 *p* 是性孢子器, 下方 *ae* 表示锈孢子器; I. 锈孢子; C. 囊细胞; J. 夏孢子器; K. 夏孢子; L. 夏孢子器萌发孢子; M. 冬孢子器; N. 冬孢子; O. P. 冬孢子的萌发及担孢子的形成。(A. 临 Heald, B—G. 自 Brown 临 Allen, H. 临 Smith, I. 临切片, J. L. M. P. 临 Smith, K. N. 临 Chamberlain, O. 临 Tulasne)

锈孢子含有2枚细胞核,是双核阶段的。一串锈孢子中,只有半数发育,因每两枚孢子之中,必有1枚退化。而退化的与发育的,每相间隔而生,退化的孢子,有的人把它叫做领细胞的(图113. I)。锈孢子不能再寄生于小蘗上,必须到麦类上才能萌发。

秆锈菌寄生于麦类上则发生下列不同的孢子:

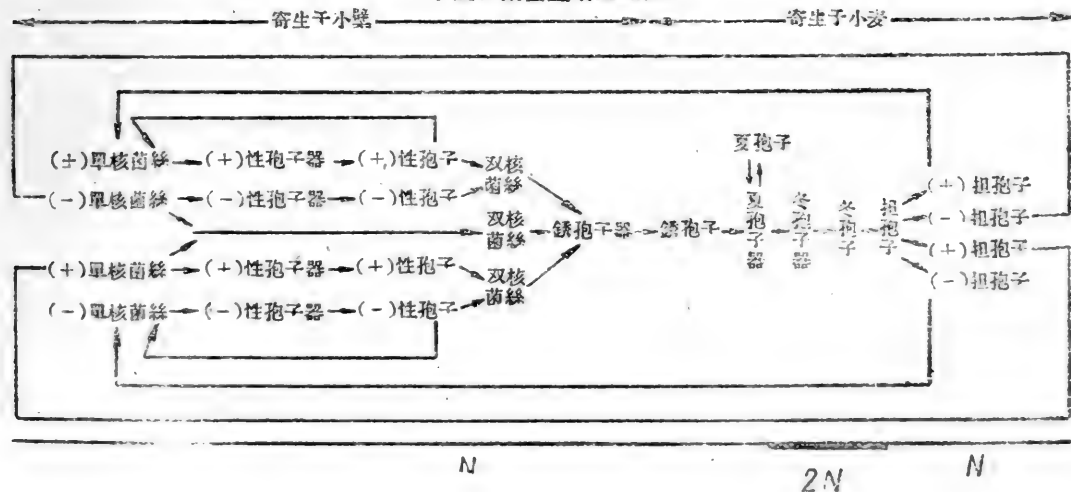
(3)夏孢子。锈孢子达到麦类之上,立即萌发。萌发之时,由孢子腰部的2个芽孔发育2条相背生长的芽管。芽管延长及于气孔,并自行膨大成为囊状。由此再发生菌丝,穿入气孔之内。菌丝既入气孔,又膨大成囊。再由此发育1到几枚菌丝吸器。日后各细胞间隙的菌丝都是由这个膨大的菌丝发生的。夏孢子萌发的菌丝,除囊状菌丝是多核的之外,其余的菌丝都分节,每节两核,两核的性别不同。在表皮之下,菌丝自相穿织成为1层密丝组织,由此向外生长直立的短枝,每1短枝分上、下两节,每节含1枚双核的细胞。表皮终因短枝的加长而被顶破,破坏的腔即是夏孢子器。器内初生直立的短枝,短枝上部的细胞膨大成1圆球,中含2核,这就是夏孢子。短枝下部的细胞延长成1细长的柄,成为夏孢子梗。夏孢子内部橙黄色,孢子壁淡棕色,借风力飞散,仍可继续侵害麦类(图113. J—L)。

(4)冬孢子。寄主老时,在夏孢子器中生长冬孢子。每1冬孢子分为上、下两节,每节是1枚细胞。初时,每节含2枚细胞核,成熟时细胞核结合成1枚双倍体的核。冬孢子有柄或无柄。夏孢子器生长冬孢子时则叫做冬孢子器。冬孢子棕黑色或全黑色。孢子壁很厚,可御寒冷(图113. M—N)。

不在寄主体上所发育的孢子:

(5)担孢子。冬孢子越冬以后,立即萌发。在孢子上节的细胞,由顶端开1芽孔(下节的细胞则由旁侧开孔)(图113. O),孢子内壁向外凸出,延长成管,成为担子或名原菌丝体。双倍体的细胞核迁移到管内而进行减数分裂,结果分成4枚单倍体的细胞核,成1直线散处全管中。不久,管中发生横断壁,将1根长管横分为连接的4枚细胞,每枚细胞含1核。除顶端的细胞向上发生细管外,其余的细胞都向旁侧发生1根细管(图113. P)。细胞核迁移到细管的顶端,并略加

小麦秆锈菌生活史略图



膨大,成1个圆形孢子,这就是担孢子(图 113. O)。担孢子下部的细柄是小柄。在同一担子所发育的担孢子,其半数是(+)性,半数是(-)性。担孢子非遇小壁不能萌发。萌发时,不遇异性的则成单核阶段分节单核的菌丝(图 113. N),而发生性孢子器。遇异性的则发育锈孢子器。此菌的菌丝,无论何种都有吸器,伸入寄生的细胞以吸收养料。

生长环境 此病世界各地都有,我国也多,小麦、野草上常有发现。北方俗名叫黄胆病的就是这种病。

胶锈属(*Gymnosporangium*)

病征 苹果锈菌(*Gymnosporangium yamadae*)寄生于苹果类及榆树两种寄主之上。苹果的

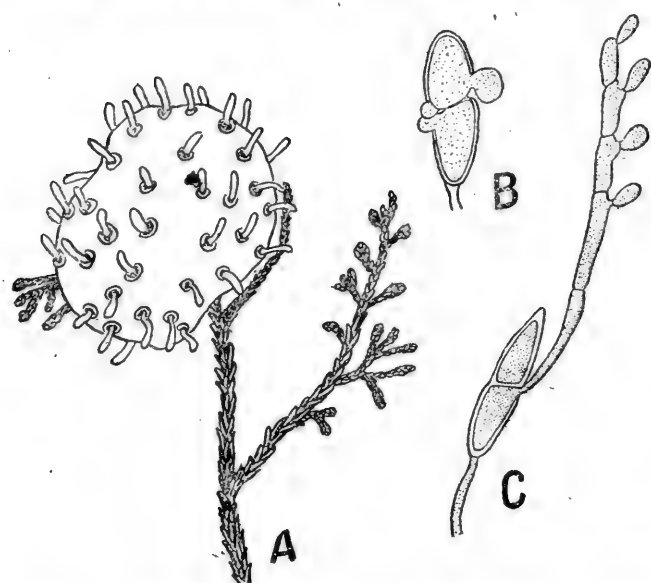


图 114. 苹果锈菌: A. 榆树受病后发生的“榆树苹果”; B. 冬孢子; C. 冬孢子萌发产生小型孢子(担孢子)。(A—B. 临 Dan-geard 1864, C. 临 Brefeld 1888)

叶片、果实与嫩茎都可被寄生而发生性孢子器与锈孢子器。性孢子器发生在叶片的上面,初为灰黄色的斑点,后变橙黄。斑的中央有黑点,即性孢子。锈孢子发生在叶片的下面,为棕黄色大如黄豆的斑。成熟时,包围于器外层的构造,向外破裂,成为卷曲的裂条。苹果受害严重的,叶片早落,果实受侵害,或由落叶而养料不足,以致品质变劣,且树的抵抗力减低,常不能抵御冻害。

榆树的枝、干上生长咖啡色小苹果状的球(图 114. A),其直径最大的是6厘米,发生于6月,长成于秋季。由球的各凹下处,向外发生橙黄色胶质,长约2—3厘米的角带。冬孢子由此向外逸出。

生活史 苹果锈病菌的构造与小麦秆锈菌相同,所差异的是不生夏孢子而已。

生长环境 欧、美两洲都有。我国南北各地也有发现。另外,梨锈菌(*Gymnosporangium haraeumum*)生活史也是和苹果锈菌一样。

异担子菌类(HETEROBASIDIOMYCETES)

本类特征 三期菌丝体虽组成子实体,但没有什么分化,并不特化成为各种构造。担子由菌丝所发育,但通常散生,并不组成子实层。担子横裂或纵裂,分格。每1枚担子发育4枚孢子,孢子侧生或顶生。

木耳目(AURICULARIALES)

本目特征 木耳目菌类,多数腐生,少数半腐生,通常以腐烂树木为寄主,也有的寄生于昆虫尸体上。多数生于热带,但其他各地带也有生产,子实体露生寄主之外,形态不一,有的类似毡片,有的类似皮革,也有的类似石片。多数无柄,少数有柄。直径小的数毫米,大的数厘米。受潮湿则作胶状,干时成为角质状。担子散生于子实体的上部,或偶有排列致密及发育隔丝的。担孢子4枚,从担子的旁侧生出。现在大家知道的木耳约有100余种。

木耳属(*Auricularia*)

生活史 木耳腐生于枯木上,子实体成不规则或略具盘状或耳状的胶质薄片体。大的直径达数厘米。下面光滑或有细纹,干时象皮革,棕黑色。子实体是双核菌丝所组成,全体包裹于胶质之中。担子的双倍细胞核经减数分裂后,被分为4枚单倍性的细胞核,纵列于担子中。担子发生横壁分成4枚细胞,每枚细胞中含1枚细胞核,除最上端的细胞向上以外,其余都向旁边发生小管,细胞核迁移到小管的顶端,而管的下部收缩,成为担孢子。此小管能继续生长,将孢子长出胶质团之外(图115. D)。担孢子萌发时,细胞核又进行分裂,孢子横裂成几节,每节向外发育分枝的短管,由此分断成单核的小芽(分生孢子),如养料充足时,小芽可以发育成菌丝体(图115. E—H)。

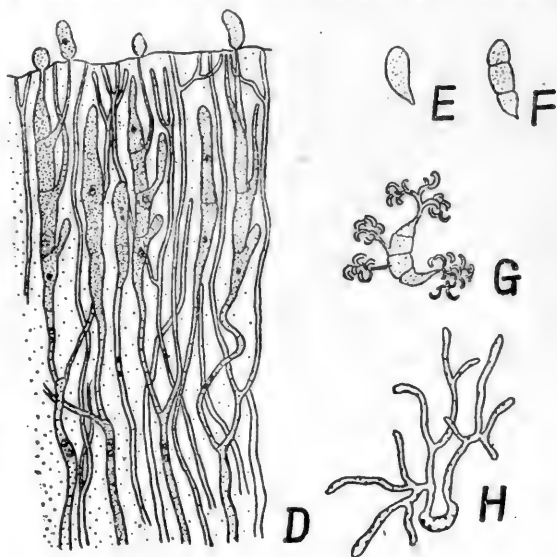


图115. 木耳: D. 子实体的切片; E—G. 担孢子的萌发; H. 簾状分生孢子。(自 Gaümann 等临 Sappin-Trouffy 1896)

生长环境 光木耳(*Auricularia judae*) 生长于阴湿地区的枯腐树木上,我国各地多有产生,可供食用。

银耳目(TREMELLALES)

本目特征 本目菌类的子实体形状不一。有的与木耳略为相似,极不规则,而且没有什么分化。有的较为规则,略有分化,通常都有胶质。担子发生十字形的纵裂成4室,也有斜裂的。每室的顶端向上发生1根长管,伸出胶质之外,管的末端生长1枚担孢子。担孢子与木耳的相似。也

可以发育分生孢子。本目菌类多半生长于热带,腐生于枯木之上,但温带地区也有生长。

銀耳属(*Tremella*)

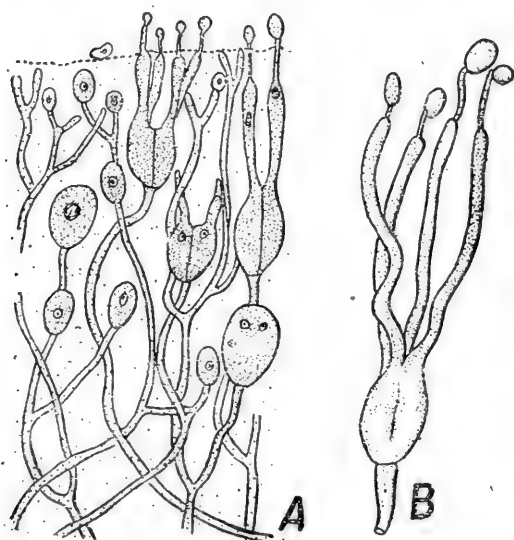


图 116. 銀耳的构造: A. 担孢子的发育; B. 成熟的担孢子。(A. 临 Dangeard 1864, B. 临 Brefeld 1888)

生活史 銀耳子实体的构造很难描述,是丛生而极不规则的奶白色的耳状体。体为分枝、分节的双核菌絲所組成。菌絲細胞的細胞核接合以后,細胞即成担子,不久进行减数分裂,成为4枚单倍細胞核。担子内部依种类的不同,发生十字形的縱裂或斜裂,成4枚細胞(图 116. B)。每枚細胞发生1根細长小管,叫做外担子,伸出胶质之外。它的頂端生长担孢子(图 116. A)。担孢子含1枚长圓到圓形的核。萌芽时,作酵母状的发芽,成小型单核的分生孢子。子实体的菌絲体也可分裂成双核或单核的分生孢子。

生长环境 我国四川以产銀耳 (*Tremella fusciformis*)著名,我国人視為珍味补品。最近閩南平和与南靖一带所产的銀耳也有出口。

伞菌类(HYMENOMYCETAE)

本类特征 属于这1类的担子菌,約有10,000余种之多。多半腐生在枯死的木材或土中有机物质上,极少数的寄生于树叶、果实甚至其他菌类上。属于本类的菌类具有各种式样的子实体。而子实层都裸露于外。

菌絲体通常不发育吸器,且可分为3期:初期菌絲体发育后不久,即行枯萎。次期的是双核菌絲体,生存长久,有的可达多年。其来源是异性的初期菌絲体或无性孢子(即虫菌体)所接合而成。虽然也可以从鈎管发育,但不普遍。本类植物很多,現在略取几种来作代表。

多孔菌目(POLYPORALES)

本目特征 担子成丛,散生或分化成层,成层的又可分为无分化及有分化2类。无分化的,担子生长在1个平面上,不分高低。有分化的,有淺渦、牙齒及孔管。担孢子的数目:高等的4枚,下等的或多于4枚。子实体有肉質、革質、木質各种。

珊瑚菌属(*Clavaria*)

构造 子实体直立,向上分叉,成为丛生的细枝,形状如同扫帚或小珊瑚。子实体肉质、蜡质或胶质。有粉白、橙黄、红、紫、灰各色。子实层包围全子实体。珊瑚菌科植物约有400—500种,分为8属。依种类不同,有生2孢子与4孢子之别。

生长环境 珊瑚菌通常生长于烂木或土地上,肉质的可供食用,昆明市上所出售食用的干巴菌(*Sparasis*) (图117. A)、珊瑚菌(*Clavaria*) (图117. B),都是这1科的菌类。

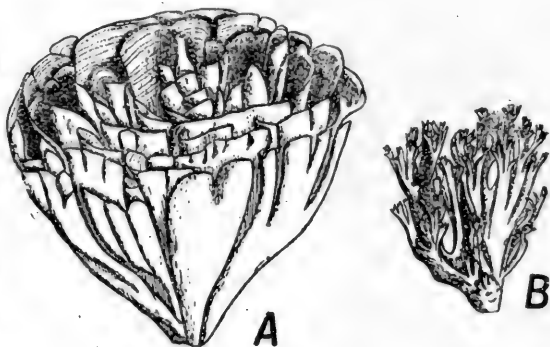


图117. A. 干巴菌写生图; B. 珊瑚菌写生图。
(1938年9月得于昆明市上)

齿菌属(*Hydnum*)

构造 齿菌科的菌类大多数营腐生生活,是使木材导致严重腐烂的病菌。子实体很发达,具菌盖及菌柄。有的菌盖分裂成多个。肉质、革质或木质。子实层向下分化成齿状凸出,或为脊状隆起,使成浅沟。齿菌科的菌类约有500—600种,分为10—15属。其中有的可供食用或可作为染料。昆明市上所售的1种虎掌菌就是齿菌属的菌类。河南开封市上认为美味的猴头菌(*Hydnum caputmedusae*)也是这1属的代表(图118)。

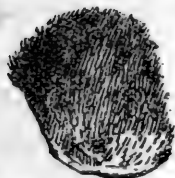


图118. 猴头菌。实物写生。(临实物标本)

生长环境 产生于枯木上,我国各地都有。

多孔属(*Polyporus*)

构造 多孔菌是木材的腐生者。菌丝侵害木质纤维及导管。也有的寄生于活树上,因为活树的组织中具木质部的死细胞,树木因被寄生可导致死亡。有些也可以生长在富有腐烂木质的泥土上。

多孔菌的子实体嫩时是肉质或革质,老时成木质。植物体的直径由几毫米可到40厘米或更大。生存时间的长短也不一致,有的长成后即行枯萎,也有的能生长多年,据阿金生(Akinson)的记载,猴猴眼(*Fomes igniarius*)能生存80年之久。

子实体有柄或者无柄,下面分化为无数的小孔管,管的内周是子实层,满生担子。也有的发育分生孢子,分生孢子发育时菌丝的末端膨大,形成多数的孢子,这种孢子也能萌发成菌丝。多孔菌的种类繁多,有的能供食用,如猴猴眼等;有的可供观赏,如灵芝(*Fomes japonicus*)等。

生长环境 生于树木枝干上。各地都有生产。在阴湿季候最易发生。

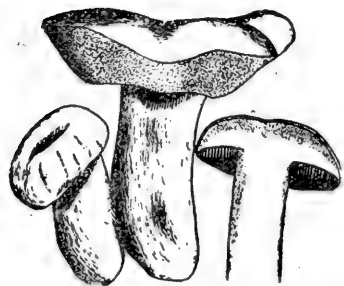
牛肝菌属(*Boletus*)

图 119. 牛肝盖菌。写生图。最上部分是菌盖，盖下的是孔管，最下的是柄。
(临1938年9月得于昆明市上的实物标本)

构造 牛肝菌科的菌类，约有 200 余种，分属于 10 余属中。子实体通常分化为具有特化的菌盖及中央菌柄。分类学者因为它们孔管组织容易与菌肉分离，因此将它们和多孔菌分开。菌盖上面隆起成半球形。有深红、深黄、铁灰、紫、黑各种颜色。管层为深黄、黄绿、或蜜黄色。菌柄也具有采色或有花纹。子实体肉质，柔软胶滑，味至鲜美。牛肝菌中含有脂肪，割开后遇空气则立即氧化，变青蓝色(图 119)。

生长环境 昆明附近树木中盛产此菌，种类极多，多半可供食用。味极鲜美。

伞菌目(AGARICALES)

本目特征 子实体分化为菌盖及菌柄各部分。子实层生长在菌盖的下面，分化成菌褶。菌褶由中央向周围放射排列。菌褶的外层有排列整齐的子实层，内部有疏松菌丝穿织所成的菌髓(图 120. A)。菌髓与菌盖内部的构造与颜色，相同或不同。伞菌多半肉质，柔软，很少是坚硬的。子实体的菌丝是双核的，但在它的基部也有的发现具有初期菌丝。担子通常产生 4 枚担孢子，很少的产生 2 枚，伞菌种类繁多，约有 500—600 种。多数腐生于富有腐烂植物体的泥土上。其中多数可供食用，而且被视为珍味，也有的含有剧毒。现在检取几种分述如下：

伞菌属(*Agaricus*)

伞菌属的菌类甚多，现在所举的是一般概况，并不限于那 1 个种类。

生活史 伞菌的构造与其他高等担子菌相同，按着菌丝的种类可以分为 3 个时期。当担孢子萌发为单倍体的初期菌丝体的时候，是为初期。初期菌丝体的菌丝比较纤细而且分节，每节含有 1 个核。异性的初期菌丝相遇以后，即发生钩管。由此发育双核的次期菌丝体，至此成为中期。此后，次期菌丝分化为三期菌丝组成的子实体，成为末期。

子实体的分化 伞菌子实体发育之初，其次期菌丝自行穿织向上成 1 个小球体。小球因菌丝的增加而逐渐长大，并露出地面。而菌丝也逐渐分化成为各种特化的构造。在球面周围的菌丝，分化为 1 层皮状的薄层构造，包围球的全体。球内的上半部分分化为菌盖，盖的下面为菌褶。菌褶表面有排列整齐的子实层组织，是由隔丝细胞与长形及短形的担子互相间隔所组成。内部则为疏松的菌髓。两褶之间横生着 1 枚长大细胞，名为隔细胞。此细胞可使两褶始终保持相当距离(图 120. A)。此外，2 个靠接的菌褶，它们相对生长的担子有长短不同的 2 种，如此，也可以保持两褶之间不致过于接近。由球的基部直到菌盖下面的中央，分化成为 1 根直立的柱，名

为菌柄。子实体成熟时，菌柄向上伸长，菌盖向上撑开。包围球外的薄层便被拉破。但如何破裂，须视菌的种类而定，也并非漫无规则。破裂之时，有破成上、下两半个的。下半个连于菌柄的部分叫做菌托，上半部套于菌柄之中部形成1环，叫做菌环。菌环能够上下活动的，叫做动环，有时由菌柄到盖，被薄层包围成1网罩的，叫做菌网。或破碎成剩余的片块而悬于菌盖的边缘的，则叫做皮膜。留于菌盖顶上的破片则叫做鳞片，其名目虽多，实际上则为一物(图120. A, B)。

伞菌组成子实体的菌丝，都是双核的。担子发育的时候，最初含2枚细胞核。不久即行交配，成为1枚双倍细胞核。随即进行减数分裂，成为4枚单倍体的细胞核。每1枚细胞核向上迁移到担子细胞所发生的1根小管里面，成为1枚担孢子。通常伞菌每1枚担子发育4枚担孢子，其中2枚是(+)性的，2枚是(-)性的(图108. A—K)。

生长环境 伞菌种类繁多，分布极广，全世界各地都有产生。其中有美味可供食用的，例如口蘑(*Tricholoma gambosum*)、鬼伞属(*Coprinus*)等。但同一属中，也常分有毒及无毒的。又伞菌的颜色很多，有毒无毒并不全以颜色为标准。

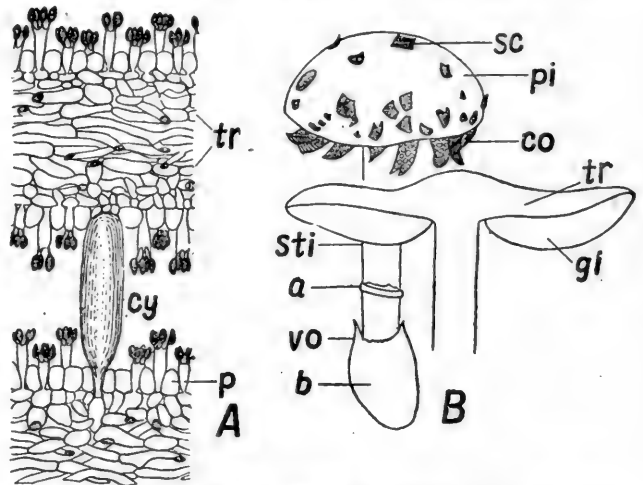


图120. 伞菌: A. 鬼伞菌褶的横剖面, 表示菌丝cy, 子实层p, 菌柄tr. 等以及长短不同的担子; B. 左鳞耳菌(*Pholiotasp.*)与生图, 右为纵剖面: sc. 鳞片, pi. 菌盖, co. 皮膜, tr. 菌肉, gi. 菌褶, sti. 菌柄, a. 动环, vo. 菌托, b. 基部膨大部分。(A. 胎 Fuller 1924, B. 实物写生, 该实物标本系1938年9月采自昆明城郊外)

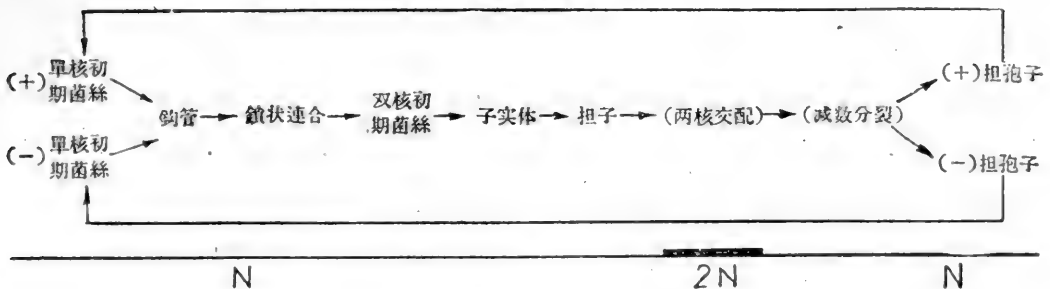
鸡枞(*Collybia albuminosa*)

在昆明市上视为珍味的鸡枞, 是伞菌目的1属, 种类很多。

构造 菌盖褐色深浅不一, 菌褶灰白色。孢子无色, 椭圆形而一端之旁稍向内弯缺。菌柄肥大, 外部灰褐而内部白色(第二编卷首图)。

生活史 鸡枞的生活史与白蚁极有关系。据周家熾教授的研究, 在白蚁窠中发现有白色小

伞菌生活史图表



球，是鸡縱的分生孢子植物体(*Aegerita* Duthiel Berk)。其上发生分生孢子。而周家熾教授自鸡縱的担孢子培养試驗中，結果由担孢子直接发育成产生分生孢子的小白球。由此始知这两种植物体的关系。但是它的分生孢子通常被白蟻所食。所以生活史还没有完全了解。

生长环境 此菌的生长与白蟻有关，云南各地产生各种鸡縱。据说四川的大脚菌，也是鸡縱的1种，台湾也有生产，笔者于1941年在江西泰和杏岭白蟻窠旁也曾发现。又福建上杭的鸡肉菌据说也是鸡縱的一种。

腹菌类(GASTEROMYCETES)

本类特征 这种菌类的担子都包藏在子实体内，而不裸露于外。担子通常不分节，是单細胞的。发育4枚担孢子。子实体通常分内、外两部，菌絲穿織成层。包围于外面的是为外部，外部通名为包被。包被又分为外包被及内包被。外部坚硬的叫做硬皮层，也有的柔軟如紙狀。子实体成熟时，外部发生特化的开裂或潰烂以后，孢子才得出外。内部菌絲有的成为柔軟疏松的組織，其中发生空隙很多。空隙的周圍是子实层，产生担子。此种組織名为产孢組織，产生孢子的空隙則为产孢室。产孢組織也有的专在全菌的上半部，而下半部退化为不生产的部分。不育的部分也可以叫做菌柄。具有特殊分化的子实体，也可分化为小型的菌盖及构造完美的菌柄、菌网等构造。现在选取几目，分述如下：

鬼笔目(PHALLALES)

本目特征 子实体最初成球形，外包被肉色或灰白色，組織致密，状如皮膜。在外包被以内的組織，溶解成为一层粘質体。球中央的菌絲分化成一空心柱状的柄，也有的由菌柄的上部向下发生垂悬的菌网。菌柄的最上端有伞状的盖，菌盖的外面是产孢組織。头端也有分裂不成伞形的。子实体除包被之外，也有的分化成一空心球形。球面常有分化为多个巨大的产孢室。此目菌类都有粘質，而产孢室的組織到孢子成熟的时候自行溶解，成为綠色或棕黑色的粘液体，具有特殊的臭味。关于本目天然的关系，有的学者因为它分化得特別显著而認為是本类中最进化的。也有的認為它与伞菌相近，现在将此目放在本类的最前列，使它接近伞菌。

竹蓐(*Dictyophora phalloidea*)

构造 竹蓐属于鬼笔科(Phallaceae)，我国人視為珍异食品。其子实体初为圓球，包被皮膜状，肉紅色。长大到直徑約7厘米时，横断开裂。子实体的上端有小型的菌盖，盖的表面为产孢室。当球面裂开时，子实体的組織溶解，成为棕黑色的粘液体，富有特殊的臭味。菌盖之下，有空心柱状的菌柄，其直徑約7厘米左右，高达20厘米。在菌盖之内，由菌柄上端向下垂悬1个网状

組織,是为菌网。网孔大概成六角形,其边缘直径約 10 余厘米。包被托于柄菌基部的部分而成碗状的,是为菌托。菌网与菌柄都洁白无瑕,殊为美观(图 121)。

生长环境 竹蓐属菌类,世界各地都有生产,我国四川以盛产竹蓐著名。产生地区常在极其阴湿的竹林内。笔者于 1922 年春雨时,在南京和平門内城墙旁竹林内,采得无数。但其后 10 余年間,从不再見,又于 1939 年在昆明市上也曾看見。

鳥巢菌目(NIDULARIALES)

本目特征 此目菌类幼小时也成球体,多半是长圓形。包被坚韧如皮革,内部組織也分化为产孢室。圍繞于每 1 个产孢室的菌絲,特化为坚韧的皮。全室即成为扁球形的小块,叫做**卵块**。其通連于卵块的菌絲叫做**卵柄**。产孢組織的菌絲退化消失,这些小卵仍然留于球内。当包被上部开裂成口的时候,全体很象 1 个杯子,杯口大而底小。杯中有小卵块 1—20 枚,所以这种菌类很象 1 个具有鳥卵的鳥巢。孢子須待卵块腐烂以后,才得出外。



图 121. 竹蓐。最上面的是菌盖,下垂的是菌网,中央的是杆,最下面的是托及根状的菌絲。(临北京师大标本)

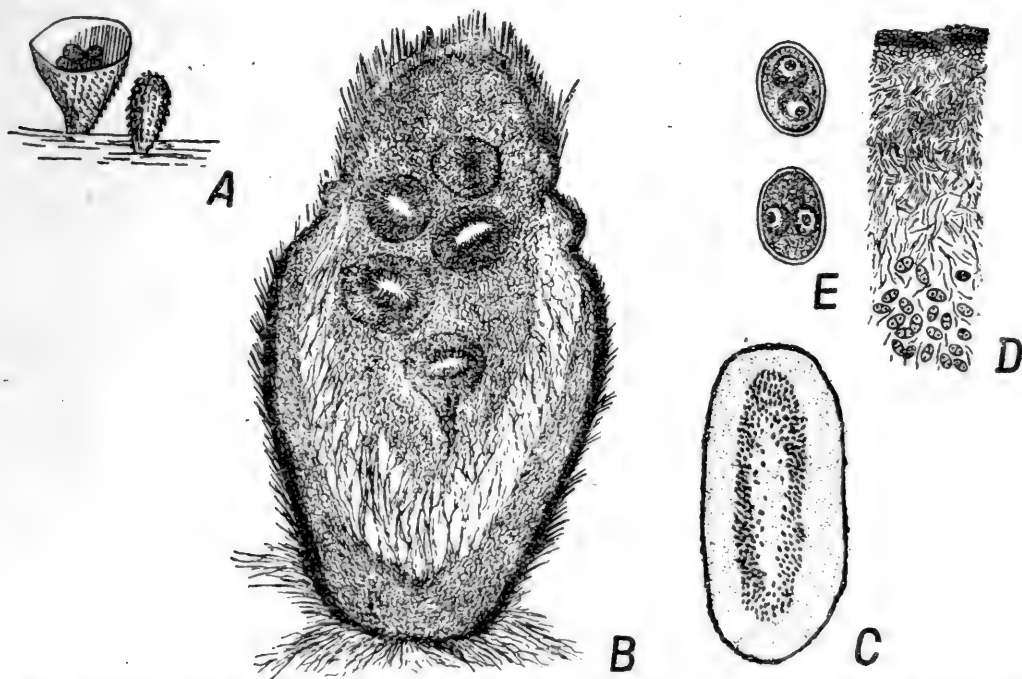


图 122. 鳥巢菌: A. 外形写生,左,成熟的鳥巢菌内有“卵块”,右,幼菌; B. 幼子实体纵剖面,表示各部分菌絲的組織及卵块的分化; C. 卵块切片; D. 一部分卵块放大; E. 孢子放大。(A. 实物写生, B—E. 临切片, 1935 年制于北京)

鳥巢菌屬(*Cyathus*)

构造 子实体灰黑色, 小的高几毫米, 大的約 1 厘米。上口平大而底小, 成漏斗状。成熟时, 上部平大的部分破裂成口, 卵块裸露于外。卵块通常扁圆形, 約 4—5 枚(图 122. A—E)。

生长环境 此菌常寄生于牛粪的泥土内, 我国南北各地都有发现。笔者在南京、北京、江苏宜兴、江西泰和、南昌、云南昆明等地都曾采得。

馬勃目(LYCOPERDALES)

本目特征 包围子实体的包被有特殊的分化, 或没有什么特殊的分化, 肉質或皮革質。成熟时与内部分离或不分离。内部組織分化为产孢組織及明显的菌柄, 或不很分化。孢子成熟时有的由包被破裂而飞散于体外的, 也有的留于内部須待子实体腐烂后才得出外的。

地星属(*Geaster*)

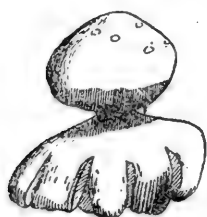


图 123. 地星菌。(临实物标本)

构造 子实体初为球形, 包被分化为 3 层, 最外的是菌絲体层, 中間的是纖維层, 最内包围于产孢組織的是密絲組織层。最内层全部分化成 1 厚膜, 仅頂端留 1 口, 下端留 1 菌柄, 子实体成熟的时候, 菌柄向上伸长。最外的菌絲体层破裂。中間纖維質层由上向下开裂成为几根长条, 因纖維質层向外翻轉, 可将产孢体向上高举(图 123)。产孢組織至此完全消失, 孢子成棕黑色的灰末, 由内层頂端的口向外飞散。

生长环境 各地山野森林中都有产生。

馬勃属(*Lycoperdon*)

构造 馬勃的种类很多, 小的(*Lycoperdon*)直徑約 1 厘米, 大的(*Cotiva*)达 30 厘米, 中型的約 10 余厘米, 通常成球形。(图 124. A)。有上半部圓而大, 下半部比較細长, 成为柄状。也有的通体是圓形, 在外观上不分柄与产孢部分。外层粉白色, 是密絲組織, 内层是疏松的薄壁菌絲所組成的薄层(图 124. C)。当孢子成熟的时候, 内、外层的分別渐不显著。有的在球的頂端破裂成 1

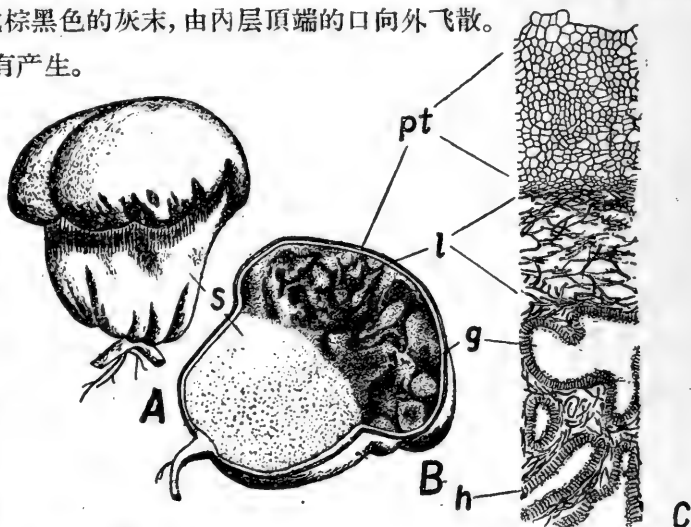


图 124. 馬勃: A—B. 子实体写生; A. 全体外形; B. 纵剖面, 表示上部的产孢組織、产孢室及下部的菌柄; C. 内部构造。pt. 密絲組織; l. 疏松菌絲层; g. 产孢室; h. 子实层; s. 菌柄。(A—B. 临 1938 年采自昆明北郊鉄峰庵的实物标本; C. 临 1938 年在昆明制的切片)

小口。

内部組織可分为上、下两半部,上半部为产孢組織,产孢室很大,初时都成圓形,孢子成熟时为菌髓組織所穿隔,每1产孢室被分隔成多室。此时,产孢組織內发生类似孢絲的厚壁菌絲,孢子老时附着于棕黑色的絨状物上,即此厚壁菌絲。内部組織的下半部为败育菌絲所組成,是为菌柄(图124. B)。

生长环境 嫩馬勃可供食用,老的馬勃在中医可供药用。各处山野都有生产。

担子菌亚綱提要

(1)担子菌亚綱依其3期菌絲体发育与分化的程度,而分为半担子、异担子与伞菌及腹菌4大类。(2)菌絲分节、分枝,除初期的是单核而外,其余的都是每节含有两核且属于两性的。(3)担子为本亚綱的特征,凡細胞核的交配及减数分裂都在担子內进行。(4)担子所发育的孢子叫做担孢子,因为它与子囊孢子不同,而叫做外生孢子。这种孢子的壁即为原来菌絲的壁。(5)担孢子之外尚有无性繁殖时所发生的分生孢子等,但都不能游动。(6)雌、雄配子囊都不見于本亚綱。(7)少数的与藻类共生成地为地衣。(8)凡生活史尚未完全发现、而无从分类的,都暫归于半知菌亚綱中。(9)担子菌多数具有經濟价值,或是严重病原菌类,我們應該特別重視。

第八章 半知菌亞綱(FUNGI IMPERFECTI)

本亞綱特征 多种菌类仅发现无性生殖, 尚未发现有性生殖与性器官, 而无从入手分类的, 都暂归于这个亞綱。因此叫做半知菌, 或不完全菌类。藻菌类可以根据无性生殖的方法以及菌絲的特征进行分类。但高等菌类若不知其有性生殖, 决难定其科属。因此, 半知菌不属于藻菌类, 可以断言。現在研究菌类学的人士认为多数的半知菌类是子囊菌类, 其余的属于担子菌类及麦类杆锈菌类。为了学习的方便起见, 半知菌类也分为科、目和种、属。但这种分类, 完全是人为的, 究竟天演的关系如何, 则不能顾及。本亞綱所包含的菌类约有千余种, 因为它们形态既未全知, 对于演化无从讨论, 所以暂不編述。

第九章 地衣(LICHENS)

公共特征 地衣是 1 群特殊的植物体，由子囊菌或担子菌与绿藻或蓝藻共同组合而成。菌类因藻类可得养料，藻类借菌类可得水分与荫蔽，彼此互利各得其所，此种现象叫做共生。

地衣分布很广，从平地到高山，自热带达极圈，处处都有。在热带有的生在树叶上，菌丝由气孔侵入内部，以吸收养料。而北极的重要饲料所谓“驯鹿苔”也是地衣。此外，如高山峻岭，普通植物不能生长的地区，地衣也能繁茂。更进一步，即光滑无垢的岩石，也是地衣滋长的场所，此外，地衣还可以侵蚀岩石，使其溶解，由此与其腐败的本体互相混合，岁月深久，逐渐成为土壤。

地衣的分类

地衣形态各别，种类繁多，概括起来，可分 4 类：(1)壳状地衣全体扁平成壳状，粘附岩石或树皮之上(图 125. A)。(2)叶状地衣全体成薄片状的扁平体，略似叶片，体的一部分粘附他物(图 125. B)。(3)枝状地衣全体直立，通常分枝，类似灌木(图 125. C)。(4)垂悬地衣体细长而分枝，一端粘附树枝，而全体向下悬挂。也有的学者认为它与枝状地衣同属 1 类(图 125. D)。

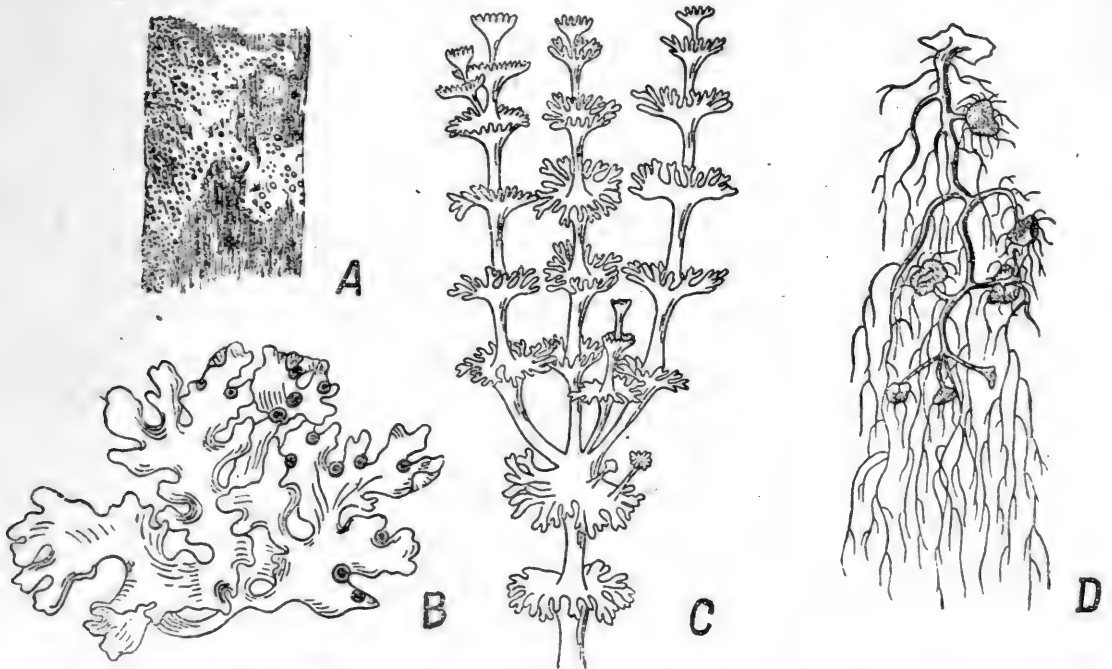


图 125. 地衣: A. 壳状地衣; B. 叶状地衣; C. 枝状地衣—石蕊; D. 垂悬地衣。

(A. 自 Wettstein 附 Tulasne, B. D. 附 Wettstein, C. 附 Goebel)

除上所述,依其外形的不同而分为4类外,也有观察内部构造而分类的。地衣既是菌絲与藻的細胞所构成,在形态学上因其构造的不同,也有各种不同的名称;如果地衣的植物体是菌絲与藻的細胞混合而成的,則叫做同层地衣。如果藻和菌分层生长,則叫做异层地衣。此外又有的因为菌的类别不同,而分为子囊地衣(图 126. A)及担子地衣(图 126. B)。

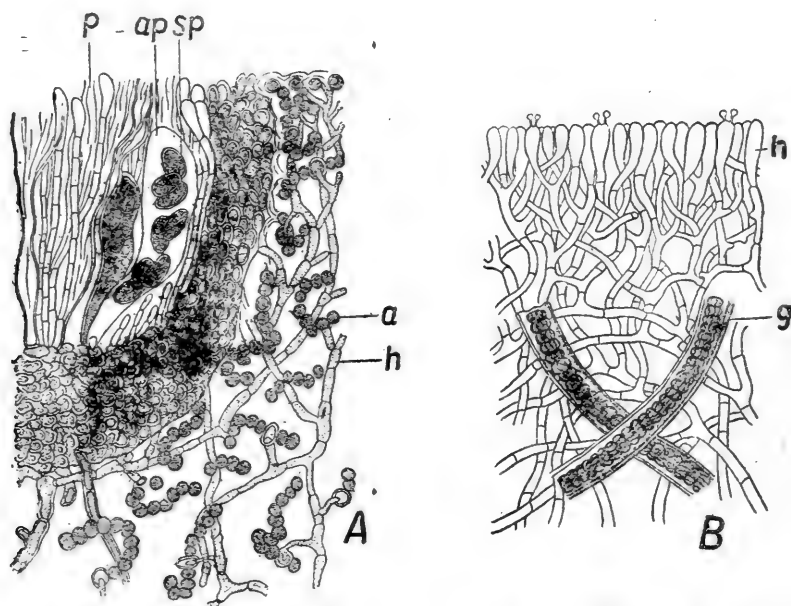


图 126. 地衣内部构造: A. 子囊壳的切面: a. 藻胞; ap. 子囊; sp. 孢子; p. 隔壁; h. 菌絲。B. 担子地衣的横切面: g. 双核藻; h. 子实层。(A. B. 均临 Wettstein)

地衣的构造

如上所述,地衣是菌藻2类共生的植物。除外形而外,其本身没有什么特殊的构造。而学者专从事研究地衣形态的也不多見,而且因为切片染色更属困难,所以关于构造与繁殖方法的研究,在很多书籍上都不太詳細,因此无从依据。这里略述概况,以供参考:

植物体 如果拿茶漬科(Lecanoraceae)來說,其植物体是子囊菌和念珠藻所組成。菌絲穿織念珠藻的胶质层内,内部疏松,外表致密,結成表皮組織状的外皮。菌絲体本身細长而分节、分枝。但在地衣边缘部分的菌絲,則节短而壁厚。并自相組成一到数层的密絲組織細胞。藻細胞集生成层,菌絲通常只包围藻細胞之外,而不侵入它們的内部,偶或侵入,則藻細胞馬上死亡。地衣除藍藻与菌类共生外,綠藻中的綠球藻属(*Chlorococcum*)等,也能与菌类共生,地衣的植物体,有的只含1种藻类,也有含多种的,所含藻的种类的多少,是依靠它們所共生菌类的种类而定。

地衣的繁殖

有性繁殖 繁殖器官 地衣的有性繁殖器官就是藻和菌的繁殖器官。所有与菌类共生的藻类,譬如綠球藻及藍藻等都是形态简单,无特殊分化的器官来进行繁殖的。但其中菌类则不同,

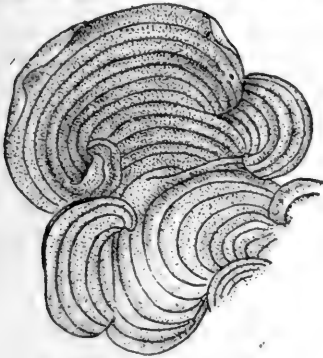


图 127. 扇状地衣的外形。
(临 Wettstein)

仍然各依固有的特性来分化其特殊的构造。象茶漬科,其植物体是子囊菌与念珠藻所构成,其所发育的有性繁殖器官则是杯盘状的子囊盘,其构造与茶碗菌目所发育的相同,不过子囊的外壳特别坚厚而已。至于担子地衣,譬如热带所产的扇状地衣(图 127)。则在地衣的表面发育担子器,那就是它的繁殖器官。

产囊体 地衣的产囊体,与普通子囊菌略有不同。皱胶衣(*Collema crispum*)的产囊体,就是 1 根外壳較厚的菌絲,下部自行旋卷成 1—3 圈,就成了产囊体。囊上直出的部分是受精絲(图 128. C)。产囊体与受精絲部分节。

雄配子囊 雄配子囊的构造,极象墨角藻属(*Fucus*),由 1 种类似墨角藻生殖窠的雄配子

腔,其内壁生长雄配子枝,枝端再生长不能游动的雄配子(图 128. A—C)。 **交配** 雄配子成熟

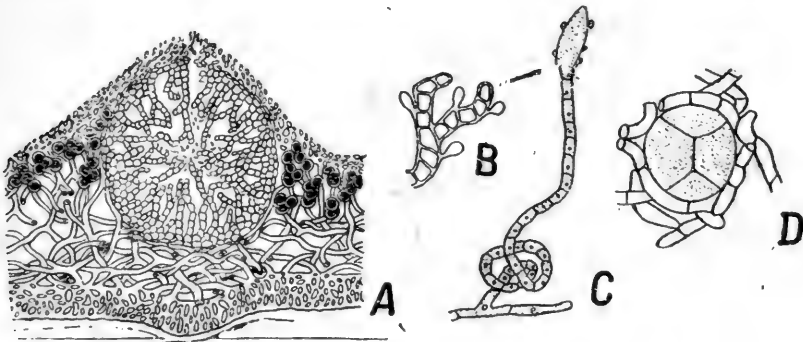


图 128. 地衣繁殖器官: A. 生殖窠; B. 雄配子枝; C. 产囊体; D. 粉芽。
(A—C. 临 Bessey, D. 自 Strasburger 临 Nienburg)

由枝头脱落,粘集成团,由生殖窠的口噴出于外,被雨露帶到受精絲上。受精絲的节壁消失,产囊体至此膨大,这可証明雄配子已进到产囊体内部分。不过雌、雄配子是否交配还没有报告,有待于今后学者的研究。

无性繁殖 有的地衣也进行无性繁殖,由植物体的表面向外发育凸出的构造。中含藻細胞 1 到数枚,外面圍繞菌絲,共成 1 个小球,这种球体叫粉芽(图 128. D)。粉芽散布到适合的环境,可以发育成为新地衣。

地衣生产地点

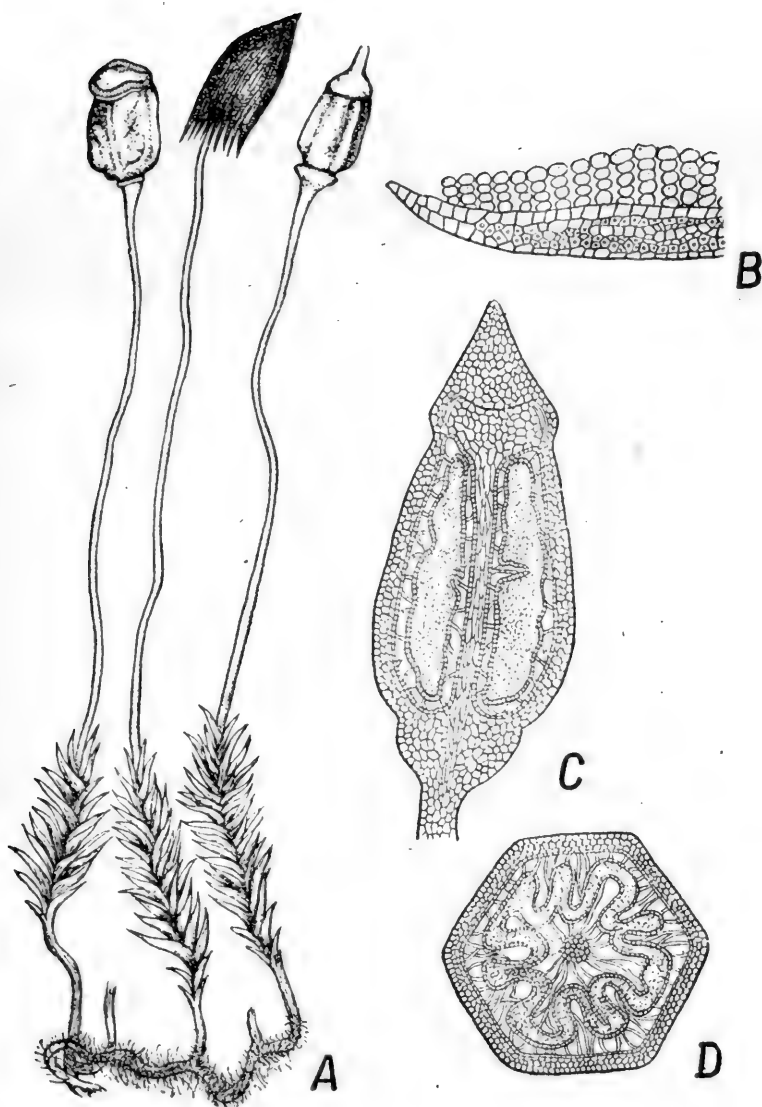
如上所述,地衣生产的地点非常广泛。通常岩石、树皮、树干上,到处都可生长。其中,象石耳(*Gyrophora esculenta*)出于江西庐山,被看成名产,可供食用。而松蘿(*Usnea longissima*)与石蕊(*Cladonia rangiferina*)都載在本草,是药用植物。此外,象海石蕊(*Roccella tinctoria*)是化学試驗酸、硷性試紙的原料。

第十章 菌类植物的演化

菌类的分类系統繁多,演化意見紛歧,要想綜合歸納,實所難能,惟有擇其普遍的分別列舉,以供參考。

(1)菌类大致可分为裂殖菌、粘菌、真菌 3 大群。(2)裂殖菌与藍藻及噬菌体在演化上都有关系(詳見第一編藍藻演化的討論)而其中粘細菌科(Myxobacteriaceae)的生活史与粘菌及一部分的古生菌很相类似。彼此是否有关,值得考虑。(3)粘菌的来源并不单纯,有人認為是由原生動物所出,也有人認為是从鞭毛类所出。象(2)所說的,那末是否与細菌有关,也可以考虑。但粘菌除与古生菌中的根肿菌目等之外,对于其他菌类似乎沒有多大的关系。(4)关于藻菌来源的意見,大別可分兩派,有的主張是藻类,也有的認為是原生動物。而主張从藻类来源的一派中也有不同的見解:(一)有的認為卵菌導源于具有卵狀雌配子的綠藻,譬如无隔藻及筒囊藻之类,而壶菌与接合菌都分別从卵菌所出。(二)又有的認為接合菌可能从接合藻中的双星藻类所出,而壶菌則導源于綠球藻。至于主張从動物来源的一派中則認為藻菌蓄儲的养料是肝糖,而綠藻則貯藏淀粉,因此它們极不相同。且壶菌的代謝作用,与雌配子及游动孢子的形态,都近于原生動物,所以可能導源于動物。(5)藻菌的演化大別也可分两种學說:(一)認為壶菌最为下等,卵菌出自壶菌,而接合菌又出自卵菌。(二)又有的人認為各类藻菌的来源并不一致,是多元的。且又有的人認為卵菌出于藻类,接合菌可能出自卵菌,而壶菌則从卵菌退化而成。(6)子囊菌演化来源的假說也分兩派:(一)紅藻来源假說,此假說創自薩克斯(Sachs 1875),根据两种植物的器官:象子囊果与囊果,产囊絲与果胞所发育产生果孢子的特殊綫体,彼此都有受精絲,彼此的不能游动的雄配子,或相类似,或为相同。(二)藻菌来源假說,狄貝蒂(De Bary 1887)認為子囊菌实由藻类演化而来,如孢霉菌目中有与藻菌极端类似的。而高等子囊菌与紅藻不过是平行并进而已,它們没有什么直接关系。(7)依血清試驗的結果,发现紅藻与子囊菌并无关系,而与藻菌及酵母反有若干联系之处。(8)关于內孢霉科与酵母科的地位,有人認為是下等的而置在子囊菌綱最前面。也有人認為是高等但为退化的种类而放在全綱末尾的。笔者以为內孢霉科形态方面殊为下等,且与藻菌类似,而酵母科則是退化的种类。拟将此二目分別列于子囊菌首尾兩端,因演化的途徑原是曲綫式的(詳見第一編植物演化問題的討論),这样排列是否合适,还請讀者批評指教。(9)关于来源的天演方面,有人認為担子菌由藻菌所发生,而与子囊菌是平行并进的,也有人認為担子菌是由子囊菌所发生的。(10)关于担子菌中,有人認為半担子菌等类是最下等的,从它进化到腹菌类。也有人認為由腹菌进化到半担子菌等类而与前說恰成相反方向。(11)子囊菌的产囊絲与担子菌的次期菌絲很是类似,而担子与子囊发育的时候,各发生鈎管的构造与其(+)(-)細胞核綫迴分裂的現象等等都极相似。因此这两大类很有同源的可能性。

第三編 苔蘚植物



第三編 卷首图

金发藓属 (*Polytrichum*) A. 全植物写生图, 由下而上表示: 假根、茎、叶, 细长的蒴柄、蒴 (中图有蒴帽, 右图蒴帽去后现出蒴齿的情形, 左图蒴盖去后现出蒴齿及囊皮的情形); B. 叶的横切面表示叶上突出的薄层细胞; C—D. 蒴的纵切片表示: 柱、孢子囊、疏松组织、蒴盖、蒴壁等构造。(A. 实物写生; B. 临 [Goebel 1905]; C—D. 自 [Wettstein 1935] 临 Dodge-Port.)

第一章 苔蘚植物概論

苔蘚是介乎藻菌及蕨類之間的植物。與藻類相聯合，則叫做無維管植物。與蕨類及種子植物相聯合，則叫做有胚植物。如與蕨類及裸子植物相聯合，則叫做頸卵器植物。從前的植物學家常常將藻菌、苔蘚、蕨類合成一群，叫做隱花植物。最近有人將苔蘚、蕨類與種子植物合稱為頂枝植物。分類系統雖有不同，但其演化的地位都沒有什麼更改。

苔蘚的植物體不論匍匐或直立，水生或陸生，都很渺小細微。最簡單的匍匐生長成枝狀的構造，高等的雖有枝葉組織之分，但都屬於配子體。孢子體無論簡單與複雜都寄生在配子體上。繁殖器官比較一致，不象藻菌的分歧。雄配子囊到了苔蘚分化成複細胞的構造，因而稱為雄配子器或精子器，它的外周成為表皮狀的殼細胞，並不產生配子。雄配子細長而成螺旋狀的彎曲，頂端生有極長的2根纖毛。雌配子囊到了這裡發育成了相當繁複的器官，叫做雌配子器或頸卵器。它的構造概成長頸燒瓶式，上部細長而下部膨大，周圍也有不育的殼細胞1層。雌配子卵形，沒有纖毛，居頸卵器下部膨大的腹內。其上有1枚腹溝細胞，再上則是頸溝細胞。頸溝細胞的數目多少不一定，從4枚到19枚的都有，它們成直線排列。圍在它們四周的，是頸細胞，在器的最上方的則是蓋細胞。蓋細胞當雌配子器成熟時，必被推擠而向外裂開，使器的口部成喇叭狀。

苔蘚植物的孢子體，由簡單的球囊漸次演進，而達於半獨立且具有特化的孢蒴，但無論如何都沒有旁側器官，象枝、葉等等的分化。

第二章 苔綱(HEPATICAE)

本綱特征 本綱植物其主要營獨立生活的植物體是單倍(N)的配子體,原絲體不很發育,通常產生1個植物體,植物全體匍匐地面成扁平的薄片,也有的分化成簡單的組織或全體成葉狀的構造,此外,更有的分化成一中軸,而軸的兩旁及腹面各發生1行葉片。分枝時,雙枝并出,而斜向兩旁分開,是為二歧分枝式。頂端具1枚凸鏡形或倒金字塔形的分生細胞。有性繁殖時,發生多細胞的雌、雄配子器,器的外圍細胞均不產生配子,是些不育細胞。雌配子器通常下部圓鈍而大,上部細長類似1個長頸燒瓶,生長於植物的頂端或旁側。雌配子無絨毛,不能游動。雄配子器通常下部有柄,上部是器,器的上部略尖,下部寬大,全器成卵形,也有的成圓球形。雄配子頂端尖細。後部圓鈍,尖端生長2根絨毛。孢子囊伸長時,蒴帽并不跟隨上升,也不成為帽狀構造復蓋於孢蒴上。苔類通常生長於潮濕、蔭蔽的地區及樹皮、樹葉上。

地錢目(MARCHANTIALES)

本目特征 本目植物的配子體是扁平體,假根光滑或壁間有加厚處,常發生鱗片。有表皮及綠色組織,匍匐生長,簡單或略有分化,分枝是對分式。孢子體有些是簡單的球囊或略有分化。本目通常分為錢苔科(Ricciaceae)及地錢科(Marchantiaceae)。前者簡單,後者較有分化。現分述如下:

叉小錢苔(*Riccia fluitans*)

配子體 配子體鮮綠色,全體扁平狹長,成1薄片。分枝極有規則,每枝必對分為兩枝,成二歧分枝式。頂端有1枚凸鏡形的分生細胞,植物體腹面細胞,向外分化延長成為細長的假根。背面有縱列成1行的雌、雄配子器,雌、雄配子器間隔而生。雄配子器頂尖下大,形如壽桃,周圍有

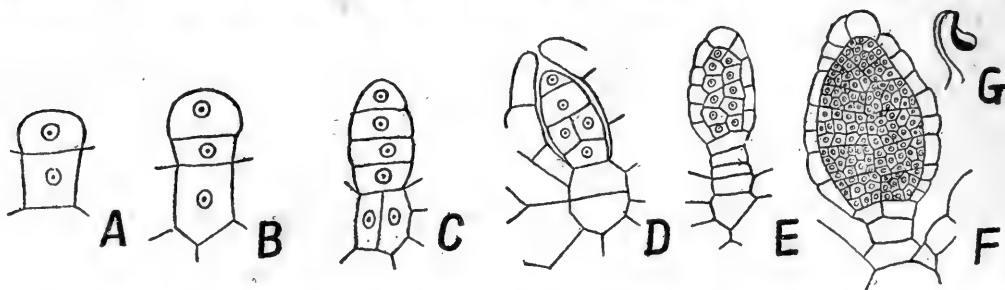


图 129. 叉小錢苔及浮苔雄配子器的发育: A. 表面原始細胞第一次分裂, 上方的1枚是发育成雄配子器的; B. 雄配子器細胞第一次橫裂; C. 繼續橫裂; D. 縱裂; E. 雄配子器壳及雄配子產生, 細胞分化完成; F. 成熟的雄配子器; G. 雄配子。(临 Coulter)

不育的雄配子器壳細胞 1 层,下部有短柄。器內分化为多数方形小細胞,是为雄配子母細胞。每 1 枚母細胞产生两枚雄配子。雄配子下圓鈍而上尖細,在尖端上生长 2 根纤毛(图 129. A—G)。雌配子器长頸燒瓶式,周圍有 1 层不育的雌配子器壳細胞,上部是細长的頸,頸管之內有頸沟細胞数枚,縱列成 1 行,下部有膨大的腹。腹的上部有 1 枚腹沟細胞,下部有 1 枚雌配子細胞(图 130. H—O)。

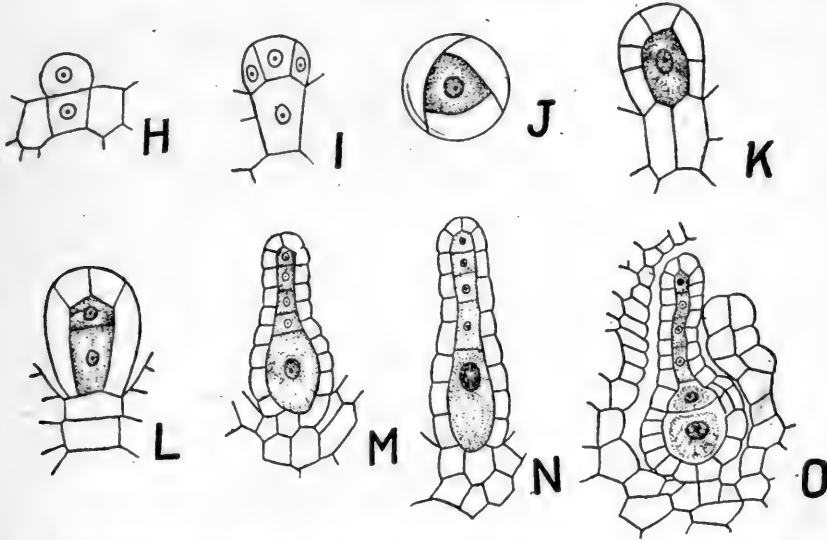


图 130. 叉小錢苔及浮苔雌配子器的发育: H. 表面原始細胞第一次分裂; 上方 1 枚是雌配子器原始細胞; I. 上方 3 枚壳細胞(在这个切面只能見 2 枚)包围 1 枚內部細胞; J. 是 I 的横切面, 表示 3 枚壳細胞及 1 枚內部的中央細胞; K. 外圍壳細胞分裂; L. 中央細胞分成初生頸沟細胞及在下方的初生腹細胞; M. 幼雌配子器; N. 4 枚頸沟細胞, 下方 1 枚初生腹細胞; O. 成熟雌配子器表示初生腹細胞已分成腹沟細胞及雌配子細胞。(临 Coulter)

孢子体 雌、雄配子成熟时,雄配子游泳于水中而进入雌配子器。交配后成为接合子。接合子分化为 1 圓球形的孢子囊。囊壳是不育的单层細胞。囊內有产孢細胞与退化細胞所形成的粘質。孢子萌芽后又可发育成 1 个新植物体(图 131. P—V)。

生长环境 此种苔类通常生长于溪塘中的湿泥上,并不完全浸泡于水中。笔者 1933 年春季在杭州玉泉及 1911 年夏季在江西泰和杏岭都在山溪流水中采得。此外,在貴州晴隆公路旁及昆明城内也曾采得。

浮苔(*Ricciocarpus natans*)

配子体 浮苔的配子体也具有对分的枝,全体匍匐,較浮蘚略短而肥厚。体内組織膨脹特盛,成为多数气室。体的前端有 1 枚凸鏡形的分生細胞(頂細胞)。腹部有很多鱗片。背部有縱列而陷凹的沟縫,縫內有雌、雄繁殖器官。雌配子器生于配子体的前部,雄配子器則在后部,各成 1 群,不似叉小錢苔的混杂生长。这 2 种苔的配子体的形状虽有不同,其雌、雄配子器与孢子体的形态及发育等都相类似,现在并記于下:

雄配子器 在浮苔背部凹縫的底部的表皮細胞中,有的細胞向上生长特別迅速。此生长迅速的細胞不久高出于四周表皮細胞之外,繼而橫裂成两細胞。在上面的叫做雄配子器原始細胞。

在下面的叫做柄細胞(图 129. B)。柄細胞陷入表皮組織之中, 也偶然有橫裂成 2 枚細胞的。雄配子器原始細胞不久橫分成 2 枚, 再繼續橫裂成上、中、下 3 枚細胞(图 129. C), 居中的細胞依十字形的縱裂先分成 2 枚(图 129. D), 再分成 4 枚(第一次縱裂如果是南北向, 第二次則是东西向, 恰巧成一個十字形)。此后繼續不斷地發生切綫分裂(图 129. E), 便成為中央與周圍細胞。細胞在中央的縱橫分裂多次, 成為極小的方形細胞, 即雄配子母細胞。每 1 枚雄配子母細胞產生 2 枚雄配子(图 129. F)。雄配子上部細長, 而下部圓鈍。細長的尖端生長 2 根絨毛(图 129. G)。雄配子器頂端的細胞常向外凸出成喙形。在雄配子器周圍的細胞, 分化成為雄配子器壳細胞。器壳除基部是 2 層而外, 其餘都是 1 層細胞。壳細胞並不產生雄配子。長成的雄配子器下周圍鈍而上端漸尖, 形如壽桃。當此器發育時, 其鄰近細胞也向上生長, 結果將器包圍成下陷狀(图 129. F)。

雌配子器 雌配子器發育之初, 其步驟與雄配子器發育時相同, 也是由表皮細胞向外膨突, 并橫裂成上、下 2 枚細胞。上細胞是雌配子器原始細胞, 下細胞成為基部細胞(图 130. H)。此后, 基部細胞可以分裂成為多個。雌配子器原始細胞依切綫而縱裂成 3 枚周圍細胞與 1 枚中央細胞(图 130. I—J)。周圍細胞又橫裂及輻射縱裂多次, 成為雌配子器壳細胞。中央細胞橫分為 2, 在上面而小型的是蓋細胞, 以后作十字形縱裂成 4 枚蓋細胞。在下面的細胞又橫分成上、下 2 枚, 在上面的叫做原始頸溝細胞, 在下面的叫做原始腹細胞。原始頸溝細胞分裂二次, 成為自上而下一行排列的細胞 4 枚, 都是頸溝細胞。原始腹細胞橫裂一次, 分化為上、下 2 枚細胞, 在上面的體積較小, 叫做腹溝細胞。在下面的較大, 即雌配子細胞(图 130. K—O)。雌配子成熟時頸溝細胞及腹溝細胞都自行退化, 并溶化成膠狀質團。吸收水分後發生膨脹, 結果將蓋細胞向外推開。**交配** 雄配子游泳到雌配子器口被引入內而與雌配子細胞交配, 2 細胞核融合後成為接合孢子細胞。不久, 雌配子器的頸萎縮(图 131. P)。

孢子體 接合子進行細胞橫斷分裂, 成為上、下 2 細胞。下細胞近于器底, 上細胞靠近腹部(图 131. Q)。此后作十字形的縱裂。在此時期這個幼胚的細胞分上、下兩層, 每層各有 4 枚細胞, 此 8 枚細胞共成一球形(图 131. R)。此后, 每 1 枚細胞自行切綫縱裂成內、外 2 枚, 居于中心

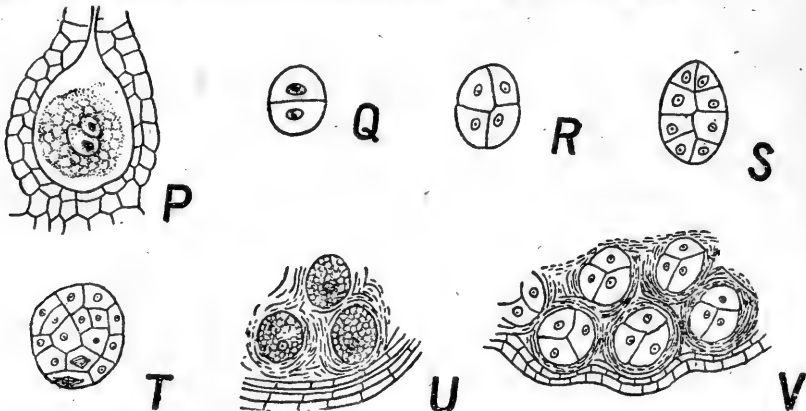


图 131. 又小錢苔及浮苔孢子的分化: P. 雌、雄核的融合; Q. 接合子初次分裂; R. 四細胞時期; S. 較老時期; T. 沿四周分裂成內、外兩層; U. 孢子囊的一部分表示孢母細胞; V. 四分孢子。(臨 Coulter)

的8枚細胞叫做內層細胞或內層組織。圍繞四周的是外層細胞或外層組織。外層細胞以後分化成孢子囊的外壳,內層細胞成為產孢細胞。繼續分裂多次,最後成為孢母細胞。每1枚孢母細胞行減數分裂,成為四分孢子(圖131. U)。每1枚四分孢子分散成4枚孢子。但有人發現產孢細胞並非全部分化成孢子,其中一部分退化成為膠質體,充滿孢子囊中(圖131. V)。

孢子成熟時,子囊壳被膨脹破裂,孢子便散落于外。萌發時,孢子外壁先行破裂,內壁向外凸出生長1長管,是為芽管。孢子中的油點、蛋白質粒等均隨管的生長而遷入管內,並發生葉綠體。管的前端通常略有膨大。當管已達到一定的長度時,在前端附近發生1層橫壁,將管分成兩段。不久,在橫壁之前另行發生1層橫壁,是為第2壁。此後,由第一壁直到芽管的尖端發生縱裂的壁,將芽管尖端分成4枚細胞。不久,又發生1層縱壁,與第3層壁恰成十字形,於是芽管尖端就成為8枚細胞。此8枚細胞中的1枚分化成頂端分生細胞,由此分化發育成為新的配子植物體。

生長環境 浮苔通常生長於水池中,漂浮無定。筆者在雲南河口、江西泰和、北京西郊、廈門大學附近水稻田中,都曾采得。

地錢屬(*Marchantia*)

配子體 地錢的配子植物體扁平而具有分化,匍匐生長,分枝是二叉式。前端有1枚凸鏡形向兩旁分裂的頂細胞。全體分為背、腹兩面。背面中部有不甚分化的脈,有表皮組織。其表皮組

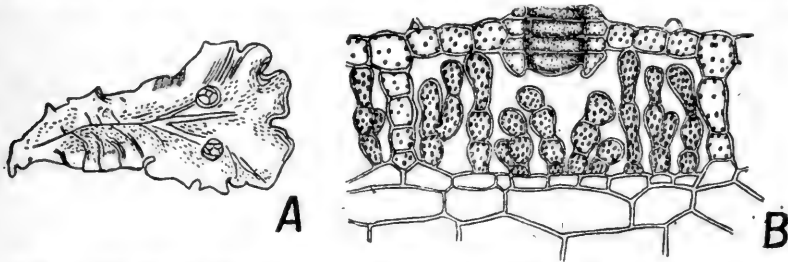


圖132. 地錢: A. 配子植物體,表示胞芽杯; B. 植物體一部分的橫切面,表示氣孔,光合組織,貯藏組織等。

(A. 臨 Campbell, B. 自 Wettstein 臨 Voigt)

織分為小格,每格中有特殊煙囪狀的氣孔(圖132. A—B)。表皮之下,細胞向上直立生長,這些細胞常常分枝,排列疏松不很整齊,且含葉綠體很多,是進行光合作用製造食料的組織,叫做光合組織。光合組織之下,細胞5—6層,均橫生,排列致密,是貯藏水分與養料的部分(圖132. B)。葉綠體自上而下逐漸減少,腹面最下1層,可稱為腹部表皮,由此向外發生假根。假根有2種:1種是單細胞的假根,其壁光滑,是固定植物體用的。另1種生于植物體腹面的中部,其細胞特別長而成為管狀,內周細胞壁向細胞腔內突出加厚,這種細胞有吸收功用。此外,尚有鱗片,是單層細胞所構成,也為吸收的構造。

繁殖器官 (1)無性繁殖器 地錢背面表皮向上凸出生長,成為圓形的杯狀體,名為胞芽杯(圖132. A)。杯底的表細胞向上膨突生長,最初成毛管狀的細胞。不久,生1橫壁,此細胞便橫分為上、下2枚。上細胞高出於表皮之外,下細胞與其餘表皮細胞高低相同。上細胞又行橫裂,分成上、下2枚細胞,在下的不再分裂,成為(胞芽的)柄細胞,最上的細胞先行橫裂成2枚細胞,再

各自行橫裂為2枚。此後，發生中央縱裂，將4枚細胞對分成8枚，並繼續發生側裂，將全體分成邊緣與中央兩部分。此後，各細胞自行縱橫分裂，成為1個多細胞的平面體。平面體初期是單層細胞，不久，居于中央的細胞縱裂成2層。但當邊緣細胞向外分裂時，在兩相對邊緣中央的部分不很分裂，所以結果全體成1個啞鈴狀的扁平體（圖133. C—H）。在兩邊緣相對凹進之處，各生1枚頂端分生細胞。成熟的胞芽，中央厚而邊緣薄，全體細胞中含有葉綠體，其構造不分腹背。脫落后，着地之面即為腹面。由兩頂端細胞分裂，相背生長延長。日久，中部腐爛，便漸成2個新植物體。

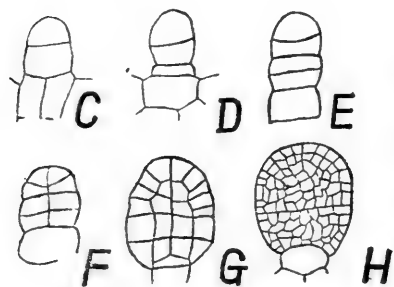


圖133. 胞芽發育的次序。(臨 Campbell)

(2)雄配子器 地錢是雌、雄配子異體而生，雄配子器生于雄配子器托上。托是盤狀而邊緣略微分裂，下有細長的柄杆，杆的基部生于配子體頂端的附近。托上面有很多小孔，每1個小孔之下有1個雄配子器。其分化的過程與成熟時的形狀均與叉小錢苔相似。其所以下陷，也因發育時鄰近表皮細胞跟隨向上生長的緣故。雄配子細長彎曲，成一圈半的螺旋。頂端生有2根極長的絨毛，尾部有囊。雄配子的發育狀態與步驟，也與叉小錢苔相同（圖134. I—J）。

(3)雌配子器 雌配子器托全體分裂深長，形如星芒的射線。射線初起下垂，隨後向上展開，線的末端有1枚分生細胞。雌配子器成燒瓶狀，頸長而腹部不很膨大，其發育的步驟等等均與叉小錢苔相類似。惟成熟的頸溝細胞是8枚，比較浮苔多一些。雌配子器生于兩射線的叉縫中，是

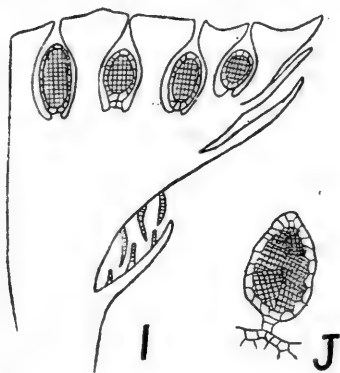


圖134. 地錢的雄托及雄配子器：I. 托；J. 雄配子器。(臨 Coulter)

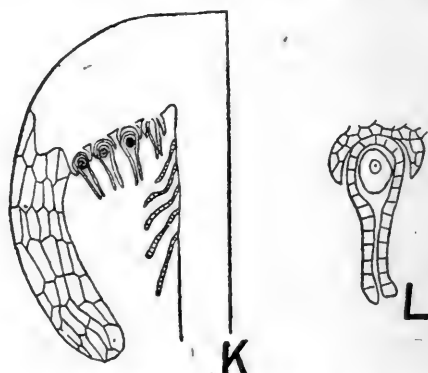


圖135. 地錢的雌托K，及雌配子器L。(臨 Coulter)

上表皮細胞分化而成，因為，托的背部的細胞分裂加劇，就變成器口向下，而全器向下垂懸。托旁附近生有長條的假根（圖135. K—L）。

雄配子因雨露而游泳于托上，游泳迅速，轉動活潑。雄配子如何達到雌配子器托之上，很難猜測，所可以料想到的，大概是雨點打到托上，水珠向四方濺射，因而雄配子隨之飛濺，達到雌配子器上。雌、雄配子交配後，成為接合子。

孢子體 據鏗貝爾[Campbell 1905]的報告，各種地錢孢子體的發育都相似。接合細胞（兩

配子配合后的細胞)依雌配子器上、下的方向橫分成上、下2枚,以后縱裂成4枚,再后則是不規則地分裂而成为1个球体,但在球体的上、下兩端的細胞,其分裂与生長均較为迅速,而在中部的較迟,所以不久全体成为哑鈴状。它們与雌配子器底部相連的是基足,中央收縮的部分是柄,下部是球形的孢子囊(图136)。孢子囊外圍有单层細胞的孢子囊壳,囊内有圓形的孢子及长条形的彈絲。先是,孢子与彈絲并无差异,但孢子細胞分裂特盛,而彈絲細胞不甚分裂,因孢子細胞的长大,彈絲細胞随之而拉长。成熟时,彈絲长形,壁上具有加厚的螺旋花紋。孢母細胞行減数分裂后成为四分孢子。孢子成熟时,彈絲吸水膨脹,孢子囊壳被脹破成为不規則的破裂,孢子便散落于地。孢子外壁很薄,发芽时依孢子壁面上的脊而裂开,内壁成为毛管状的芽管。此后,假根随之而发生。芽管尖端先行橫断分裂,然后縱裂多次,結果漸成一扁平体。在植物体最前而居中的1枚細胞,成为頂端分生細胞。由此,逐漸分裂,便成为1个两分叉的原叶体,是为地錢(图137. N—R)。

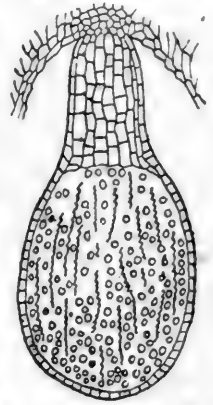


图136. 地錢的孢子囊,表示基足、柄、子囊、孢子和彈絲。(临 Coulter)

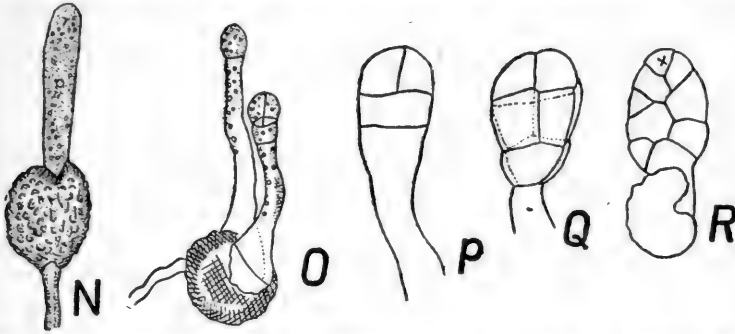


图137. 皮叶苔属(*Targionia*)的孢苗: N—O. 孢子的萌发; P—R. 幼植物的形成; ×表示分生細胞。(临 Campbell)

生长环境 地錢生长在阴湿地区,我国到处都有产生。没有什么經濟价值。

叶苔目(JUNGERMANNIALES)

本目特征 本目植物的配子体是简单的扁平体,或分化成枝叶状。最简单的没有什么分化,全体細胞都成薄壁組織状。成叶状的有莖、叶之分。属于此类的苔类很多,多生于阴湿之地及热带的树皮或树叶上,有的也极能抵抗干旱。此目植物依其孢子囊开裂的状态及其生长的部位,可分为2亚目。

腋蒴叶苔亚目(JUNGERMANNIALES ANACROGYNAE)

本亚目特征 雌配子器生长于配子植物体的背上,通常不由頂端分生細胞所分化,孢子囊具

长柄, 开裂时是有規則的十字分裂, 纵裂成 4 瓣, 彈絲具螺旋狀的加厚。配子体是简单的带状扁平体, 或有莖、叶之分。分枝是二叉式。

囊果苔属(*Sphaerocarpus*)

配子体 此苔是叶苔中最简单的, 体积通常微小, 雌配子植物体鮮綠色。雄配子植物体較小, 紫色, 其直径通常不及 1 毫米。配子体寬而短, 都是单层細胞, 中有总脉, 且向两旁分裂成边翼(图 138. A)。体的前端凹入处有分生的頂細胞, 頂細胞凸鏡形向两旁平均分裂, 因此, 分枝是二叉式, 枝端繁密, 每枝的頂端也有 1 枚分生細胞。因分枝繁密, 所以植物体的前端具有多数頂端細胞, 且彼此集成成群。

繁殖器官 繁殖器官生于背面。每 1 器官有 1 发育完善的苞包围着(图 138. B, G)。

雌配子器 雌配子器在发育时, 与一般苔类略有不同。其母細胞特別延長, 第一次的分裂是横断分裂, 在上面的細胞圓而小, 含有濃厚的細胞質, 是雌配子器的原始細胞。在下面的长筒形, 高出于邻近細胞之外, 是柄細胞。柄細胞繼續横分为上、下 2 枚細胞。雌配子原始細胞的分化与叉小錢苔相似。其頸沟細胞極小, 大約是 4 枚。中央細胞特別大。而腹沟細胞体积的大小与雌配子細胞相仿佛。雌配子器各边向上生长的速度并不平均, 所以結果变成弯曲的。器旁与叉小錢苔相似, 也有苞包围着(图 138. D—G)。

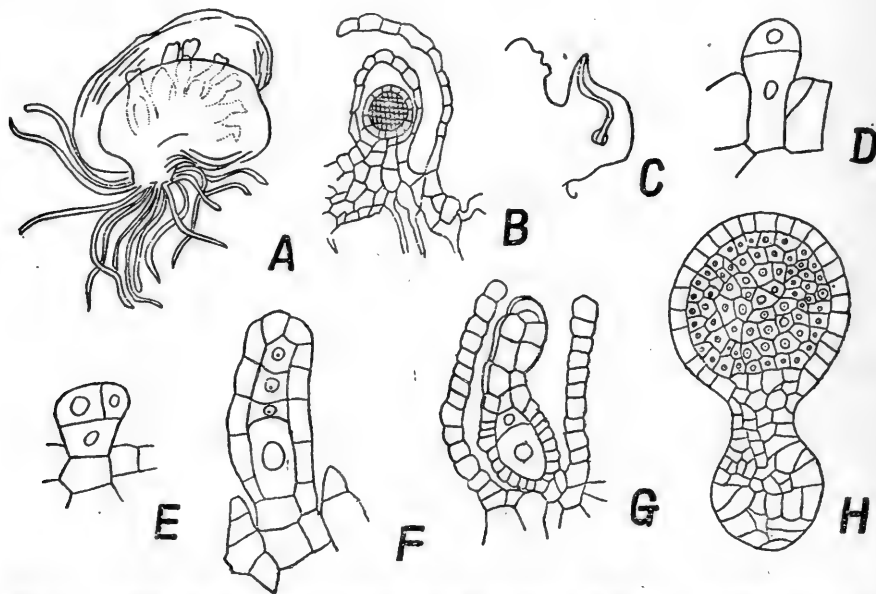


图 138. 囊果苔: A. 雄配子植物体; B. A 的纵切面, 表示雄配子器; C. 雄配子; D—G. 雌配子器的发育; H. 孢子囊。(临 Campbell)

雄配子器 此苔雄配子器发育的过程与叉小錢苔相似, 仅成熟时形状似較圓而已。雄配子細长而弯曲, 較地錢的为大, 但較其他叶苔为小, 頂端生有 2 根纤毛, 尾部附有小圓囊(图 138. A—C)。

孢子体 雌配子交配后，渐向上分化成为长圆形的细胞。其第一次的分裂是横断分裂。以后在上下2枚细胞中各自分裂数次，成为1串单细胞。然后各自纵裂，成为孢子囊及柄与足。孢子囊是最初分裂时在上面的细胞分化而成的。柄与足则是在下面的细胞分化而成的。这种分裂与其他苔类不同，而与地钱类似。因雌配子器的柄的发育延长而孢子囊被高举出植物体之外，且脱穎蒴帽而出(图138.H)。孢子有的呈濃綠色，含淀粉很多。也有的色澤較淡而含油的。前者是营养细胞，营养细胞最终退化而被吸收。后者是孢母细胞，由此经过减数分裂而成四分孢子。最后分化成孢子。孢子须待孢子囊壳及配子植物腐烂后，才得散落于外。

萌发 此苔孢子的萌发程序都与叉小钱苔相同。孢子萌发时生1长管，叫做芽管。其后，芽管前端横裂数次，最前的细胞经侧裂2次之后成1凸鏡形，即頂端的分生细胞，由此继续分化成为1株成长的植物。

片叶苔属(*Aneura*=*Riccardia*)

此苔的配子植物体非常简单，全体是二叉分枝式的带状扁平体，很薄，细胞没有什么分化，是单层细胞。頂细胞成凸鏡形，向两边对称分裂(图139.A—B)。腹面细胞向下延长成管状的假根。细胞中含有多个叶绿体及1,2个油体。

雄配子器 雄配子器生长于短枝背面，通常和雌配子器异枝而生。成丛或单独生长。发育之时，表皮细胞的第一次分裂是纵裂，将1枚细胞分为2枚，1枚向上膨凸。此凸出的细胞先行横断分裂。将1枚细胞横分成上、下2枚。继而在上面的又横分成2枚，在最上面的成为雄配子器原始细胞。居中的是基部细胞，基部细胞日后分化成为雄配子器的柄，最下面的是内细胞，将来分隔的壁由此发生。据鏗貝尔[Campbell 1905]的报告，基部细胞不再分裂。雄配子器原始细胞膨大成1个圆球。不久，纵裂为2，再行切綫纵裂4次，成2枚中央细胞，及4枚边缘壳细胞。中央细胞继续分裂成为“雄配子产生细胞”，最后产生雄配子。雄配子是细长而多弯曲的螺旋构造。一端有2根极长的纤毛。(图139.A, C)。当雄配子器发育之初，由其第一次纵裂所得的2枚细胞，其中1枚发育成雄配子器，另1枚与雄配子器基部以下的内细胞共同向上分裂，成为单行细胞的分隔壁。此种分隔壁且高出雄配子器之上。雄配子器在外观上似乎下陷，就是这个缘故。

雌配子器 冷特博士认为，片叶苔雌配子器的发育与地钱相似，仅颈沟细胞的数目不同，是6—8枚。鏗貝尔则认为此苔雌配子器自另一较短枝的背面所发育。通常6—8个丛生一处，且与茸毛夹杂而生。生长雌配子器的枝片的边缘常呈卷缩状，所以肉眼容易看见。雌配子器的底下沉，其颈甚短，周围被单层细胞的壳所包围(即颈为单层细胞所构成)。但到了腹的部分则壳细胞切綫纵裂成内、外两层。颈沟细胞极小，4枚，但此数是否固定，还不能断言(图139.B, 图140)。

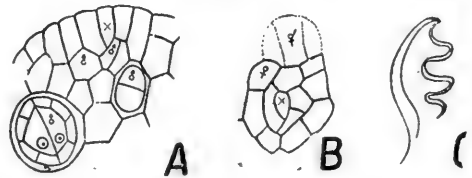


图139. 片叶苔: A. 雄配子枝尖的水平切面, ×为頂端分生细胞及雄配子器; B. 雌配子枝尖横切面, ×表示頂端细胞及雌配子器; C. 雄配子。(A.B. 临 Campbell, C. 临 Guignard)

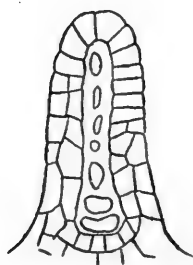


图 140. 片叶苔。表示雌配子器。(临 Campbell)

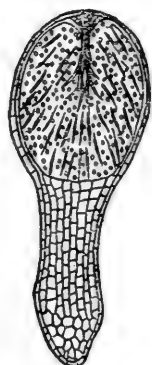


图 141. 片叶苔。表示孢子囊，注意倒生的彈絲托。(临实物切片)

孢子体 雌、雄配子交配后，成为接合子。初时成为 1 枚单独的細胞，繼而横分为上、下 2 枚細胞，上細胞又横分为 2，最上面的日后分化成孢子囊，上面第二个成为孢子囊柄，下細胞則成为孢子囊的基足。除基足之外，各部細胞縱横分裂，非常規則。孢子囊成熟时，其柄繼續延長，与地錢相似。成熟的孢子囊为长圓形，頂部的壳有細胞两层。在子囊的内部，由頂端的中央向下有倒垂的彈絲，彈絲生长成束，称为彈絲托，彈絲由此向下分布，散开于四方（图 141）。除彈絲之外，孢子囊

中細胞并不全数分化成孢子。其退化的，都被吸收为养料。孢子成熟时，孢子囊由上向下作十字形开裂，成为有規則的 4 瓣。

胞芽 由孢子植物体向外发生凸出的小球，是为胞芽。此苔胞芽的构造简单，仅有 2 枚細胞而已。

萌发 孢子与其他叶苔相似，外壁甚薄。成熟时，发生叶綠素。萌发时，先延长成管，称为芽管。芽管长度达到孢子的 2—3 倍时，才发生横断分裂，分成 1 条多細胞的綫状体。其最前的 1 枚細胞，日后发生歪斜的縱裂 2 次，成为 1 个凸鏡形而两边分裂的頂細胞。由此逐漸沿着长度 1 个方向分裂，漸成片叶苔（图 142）。



图 142. 片叶苔的幼苗。(临 Leitgeb)

生长环境 此苔生长于水湿的地方。笔者于 1933 年春在杭州 灵隱寺后山澗滴泉的石壁上及 1928 年在南京紫金山之阳山溪旁都曾采得。

据冷特博士称孢子植物体初时分为上、下 2 枚細胞，上細胞先行切綫縱裂为孢子囊的壳細胞，然后縱裂，将中央細胞分为 2 枚細胞。由此分化成彈絲及孢子。下面細胞横分成 4—5 节，在上的的是柄，在下的成为基足。这样，柄与足都是由下細胞分化而来，与繆貝尔所說很有出入。附記于此，以供研究。

溪台属(Pellia)

构造 溪苔的构造以及繁殖器的发育等等，与片叶苔完全相类似。所不同的，仅孢子囊中彈絲生长的地位方向是由下而上，与片叶苔恰成相反方向。根据冷特博士的說法，此苔雌配子器生长于孢子体的前端附近。雄配子器較片叶苔的大一些，有多細胞的柄生于后部。

生长环境 与片叶苔大致相同。

叉苔属(Metggeria)

构造 孢子体的构造与片叶苔极为相似，全体也是单层細胞的薄片。但在薄片中央的細胞較有不同，分化成为多层，由孢子体的后部直达前端，成 1 条脉状的构造。

雌、雄配子器及孢子体都与片叶苔相似，但孢子囊的壳各部都分为内、外两层，这是和片叶苔

不同之处。

生长环境 生长于阴湿的岩石和土地上。

带叶苔属(*Pallavicinia*)

构造 配子植物体分化为匍匐茎及直生枝。叶有总脉。全体薄片状。頂細胞是四面的，形如金字塔(图 143. G—I)。雌、雄配子器异体而生。雄配子器生于薄片体的背部，散生于总脉的两边，成为 2 行。每 1 个雄配子器有 1 片鳞片复盖着，器圆形而有柄。雌配子器发生于配子体的背面，也生长于总脉的两旁而丛生成 1 团，器与地錢相类似，有长頸，其中含 5,6 枚頸沟細胞。器旁的細胞圍繞于器的周圍，而向上发育成为蒴苞。雌雄配子交配。紧贴于蒴苞之内，包围雌配子器基部的細胞向上发育成 1 个筒状构造以包盖孢子囊，称为假被(“花瓣”)。

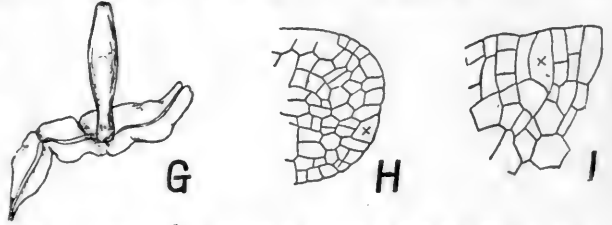


图 143. 带叶苔: G. 全体写生, 表示叶状体及孢子囊; H. 纵切面, × 表示分生細胞; I. 平切面。(临 Campbell)

孢子体 孢子囊长圆或圆形。孢子囊的壳分为 3, 4 层。孢子囊頂端向上发育成峰, 内含 6—8 层細胞。孢子囊底的中央向上突起成球形, 孢子囊之下为較細的孢子囊柄, 再下是基足。

孢子发育 孢子囊中产孢組織繼續分裂, 分化成为孢母細胞。每 1 枚孢母細胞的細胞壁向四方膨凸成 4 个小袋。此时細胞核进行减数分裂, 成为 4 团染色体。每团迁移至 1 个小袋内, 成 1 个新核, 由是便成为 1 个四分孢子。此种现象非独此苔如此, 片叶苔中也有这种现象。冷特博士常认为这种现象与担子菌中担孢子的形成并无不同。

生长环境 与毛叉苔相同。

頂蒴叶苔亚目(JUNGERMANNIALES ACROGYNAE)

本亚目特征 配子植物体分化成茎与叶的形状。配子体的发生大概可分 3 个时期: (1) 綫形时期, (2) 凸鏡頂細胞时期, (3) 最后頂細胞向 3 方分裂成倒金字塔形时期, 由此向背部发生叶片两行, 腹部 1 行。由背部向旁分枝, 枝旁的頂細胞最后直接分化为雌配子器, 形成雌配子器的母細胞是旁枝的頂細胞, 因此, 其雌配子器的来源, 与腋蒴叶苔类由背部发生的完全不同。此亚目植物很多, 略举一、二, 作为代表:

光萼苔属(*Porella* = *Madotheca*)

配子体 配子植物体匍匐生长, 分枝繁茂, 分枝时并非二叉对分。莖甚細, 复盖于叶片下, 莖的背面及左、右各生 1 行卵形鳞片状的叶片, 腹面也有 1 行叶片, 其形更小而长, 并发生假根。叶的构造簡單, 全体共有 1 层多角形的細胞而已, 細胞内含很多叶绿体, 頂細胞是倒金字塔形,

分裂时往往依照其平面作平行的分裂,因此,叶片成3行排列。叶既分出,頂細胞向前生长分化(图144. A)。莖部細胞没有什么分化,表皮与內部的細胞少有差异。莖向两旁分枝,枝的頂端生长雌配子器(图144. B)。

胞芽 无性繁殖时发生胞芽,胞芽是叶緣所发生的小球体,内含1,2枚細胞。

雄配子器 雄配子器发生于雄配子植物体旁枝的頂端,器圓形,有柄。肉眼能够看見。雄配

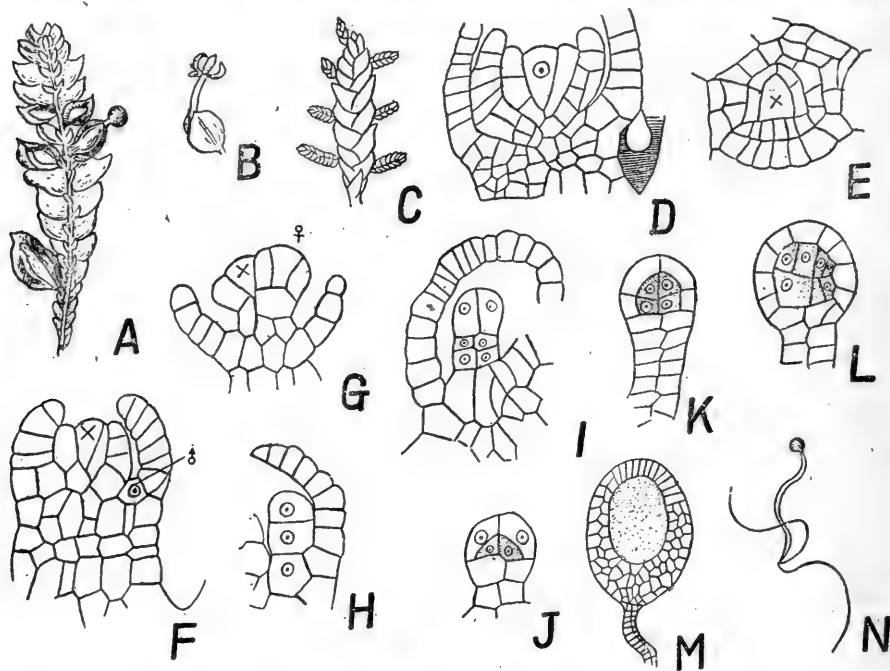


图144. 光萼苔: A. 雌配子植物; B. 开裂的孢子囊; C. 雄配子植物; D. 营养枝正中纵切片,有核的是頂細胞; E. 頂細胞横切面; F. 雄配子枝,×表示頂細胞; G. 雌配子枝; H—M. 雄配子器发育的次序; M. 成熟的雄配子器; N. 雄配子。(临 Campbell)

子植物体較雌配子的为小,枝与莖成直角,枝密生小叶,色澤鮮綠,成复瓦状,至为显著(图144. C)。雄配子器发育时,其原始細胞由莖旁叶腋的細胞向外膨凸,成为毛管状。初时横分內、外2枚細胞。外細胞再横分为2枚。在上面的是雄配子器母細胞,在下面的是柄細胞。母細胞隨即纵裂成2个細胞,成相等的两半边,每半边斜分2次,成1枚中央細胞及2枚旁側細胞。此后,中央細胞繼續分裂成为1团“雄配子产生組織”(产精組織)。由是,分化为雄配子母細胞及雄配子。旁側細胞起初行輻射纵裂,久后,始行側裂。側裂多半限于器的基部附近,所以成熟的雄配子器上半部的壳常常是单层細胞,而下部分往往分裂为2,3层。(图144. F, H—M)。雄配子細长,略作螺旋状的弯曲,頂端生长2根纤毛,尾端有小囊(图144. N)。

雌配子器 雌配子植物体較雄配子的为大,雌配子枝最初时不很显著,但至“蒴被”发育后則很易辨别,因“蒴被”較叶为大而形状特殊(图144. A, B)。先是,雌配子枝与普通营养的枝没有什么分别,但分生2—4个叶片以后,其頂細胞便成为雌配子器原始細胞。此細胞向前生长并横分为內、外2枚細胞。在外的即雌配子器母細胞,在內的也横分为2枚。在外的成熟为柄細胞。

雌配子器母細胞側裂3次,成3枚側壳細胞環繞于周圍。居中的1枚細胞,叫做中央細胞。中央細胞也橫分為內、外2枚,外細胞成原始頸溝細胞,以後繼續分裂3次,成為一串排列的8枚頸溝細胞。其餘的發育步驟與其他苔類完全相同。雌配子器成熟時略成管筒形,其腹略膨大,所有溝細胞都很寬闊而雌配子反而較小(圖145. O—U)。

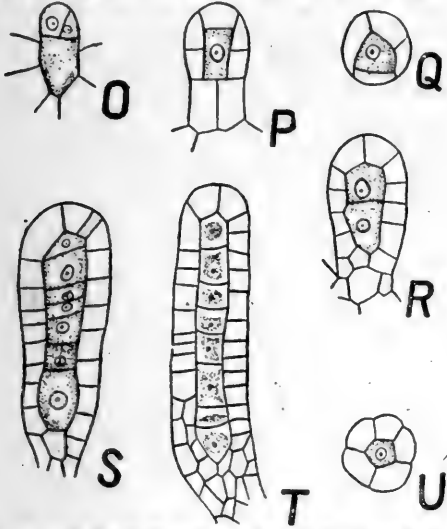


圖145. 光萼苔雌配子器的發育次序圖: T. 成熟的雌配子器; U. 頸部的橫切面。(臨 Campbell)

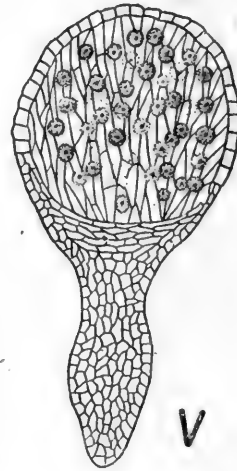


圖146. 光萼苔的孢子囊,表示柄、子囊、孢子及彈絲。(臨 Campbell)

孢子體 接合孢子細胞最初橫分為內、外2枚細胞,外細胞接近雌配子器的口,內細胞接近其底部。外細胞繼續橫斷分裂成1串細胞。以後的發育步驟與叉小錢苔孢子囊的發育步驟相似,縱裂及側裂成為孢子囊。內細胞分裂成蒴柄及基足。柄短,僅能將子囊送出“蒴被”之外而已。成熟孢子囊中的組織可分孢子及彈絲。孢子組織經過孢母細胞、四分孢子而分化成孢子。彈絲細長,與孢子夾雜而生。是退化的孢子組織特化而成的。孢子囊成熟時,由頂端向下,依照胚胎最初的十字縱裂開裂,成為4瓣。孢子棕褐色,壁極薄,而具細微顆粒(圖144. B, 圖146)。

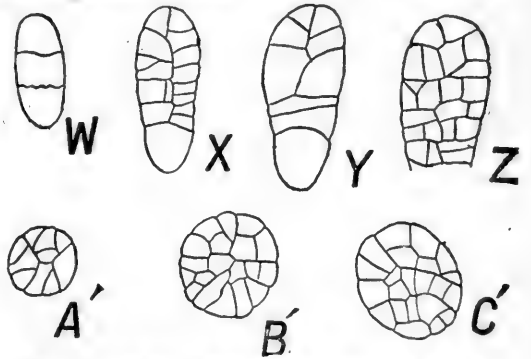


圖147. 光萼苔的胚胎發育次序: W—Z. 縱切面; A'—C'. 橫切面。(臨 Campbell)

萌發 孢子萌發時,先發育成分枝或不分枝的原絲體,然後發生枝、葉;或先發生成1個多細胞的團塊,然後發生枝、葉(圖147. W—Z, A'—C')。

生長環境 此苔生長于樹皮及岩石上,能抵禦干旱。

角苔目(ANTHOCEROTALES)

本目特征 此目植物的配子植物體非常簡單,與片葉苔略微相似,是極薄的片狀體。腹部无

鱗片，有总脉或沒有。也有分枝如树状的。細胞中仅含 1 枚叶綠体。雌配子器生于背部的陷穴中。雄配子器也从生于腔穴之内。孢子体特化非常显著，且生长的时期很长，是半独立性的。

角苔属(Anthoceros)

配子体 角苔的配子植物体非常简单，与片叶苔的相近似。全体仅仅是一片扁平的薄片。

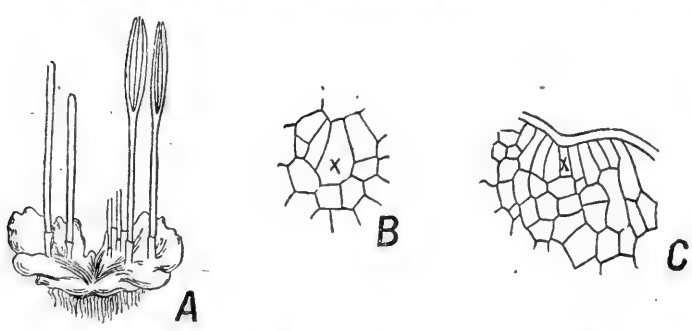


图 148. 角苔: A. 写生图, 表示匍匐的叶状体及向上生长的孢子体; B. 幼植物的平切面; C. 較老植物的切面; ×表示頂細胞。(A. 实物写生, B—C. 临 Campbell)

边缘作波浪式, 形状如同荷叶边(图 148. A)。頂細胞具四面成倒金字塔形(图 148. B—C)。腹面細胞向外延长成假根。并有气孔状的裂縫分泌胶质。其中常有念珠藻属(*Nostoc*)寄居。雌、雄配子器通常生于同一植物的背面, 但也有异体而生的。角苔的叶綠体至为奇特, 每細胞中含有 1 枚, 其形状扁平而体积很大。常圍繞細胞核。

雄配子器 雄配子器发生于配子体的背面。发生时, 与其他苔蘚类不同, 由表面細胞横分为上、下 2 枚細胞。在上面的的是外細胞, 外細胞再横分一次, 并纵裂若干次, 成为雄配子器腔的外壳。內細胞除其底面之外, 其余上、下周圍細胞壁的中层自行溶解。当雄配子器腔向外膨大时, 內細胞便成为居于腔中央的 1 枚单独細胞。此細胞先进行十字形的纵裂, 成为 4 枚細胞。然后由下向上横裂 2 次, 此时共 3 层, 每层有 4 枚細胞。此后, 上两层的細胞进行旁侧分裂, 将每 1 枚細胞分裂为中央及边缘 2 种細胞。此时中央細胞共 8 枚, 繼續分裂成为雄配子母細胞, 发生雄配子。边缘細胞进行辐射分裂, 成为雄配子器的壳, 下层細胞延长并分裂为雄配子器的柄。角苔的雄配子器往往丛生, 在 1 腔之中常有多個。其所以如此, 是由于中层消失的缘故。內細胞纵裂后, 如果纵裂而形成的細胞壁的中层自行消失, 則成为 2 枚內細胞。同样, 如果再行分裂, 則可得 4 枚。每 1 枚均可发生成为 1 个雄配子器 (图 149. D)

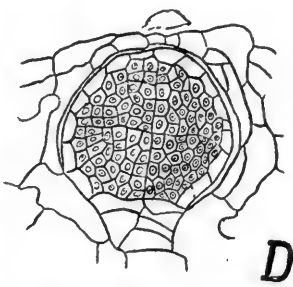


图 149. 角苔的雄配子器。(临 Campbell)

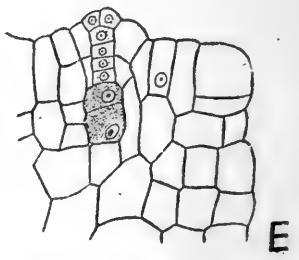


图 150. 角苔雌配子器的纵切面。(临 Campbell)

雌配子器 发生于配子体的背面, 发生之时期較迟于雄配子器。由背面細胞横分为上、下 2 枚細胞。上細胞即为雌配子器母細胞。母細胞旁侧纵裂 3 次, 成 3 枚壳細胞及 1 枚中央細胞。中央細胞横分为上、下 2 枚細胞, 上細胞再横分为 2, 最上面的是原始盖細胞, 以后自行纵裂为 2, 或再裂成 4 枚。盖細胞之下是原始頸沟細胞, 以后横分 2 次成为 4 枚頸沟細胞。最下面的細胞是原始腹沟細胞, 此細胞也横分为上、下 2 枚, 在上面的是腹沟細胞, 在下面的是雌配子細胞。雌

配子器由上而下有細胞多枚，但仍下陷于配子植物体表皮之下(图 150. E)。

孢子体 雌、雄配子交配后，成为孢子体的細胞。此細胞发生纖維質的細胞壁，且生长迅速，不久即充滿雌配子器中，叫做原胚。原胚初次分裂是与雌配子器的軸成平行的縱裂，成为左右 2 枚細胞(图 151. F)。第 2 次的分裂是橫裂成为 4 枚細胞。此 4 枚是上、下各 2，在上面的大而在下面的小，至此，1 个幼小的胚胎便形成了。胚胎在这时是卵圓形，上端較尖，下部鈍圓(图 151. G)。此后，胚胎最上面两层的細胞縱裂及切綫側裂并橫裂，于是由上而下的层数增多，由外向內，分成中央与周圍 2 部分(图 151. H)。中央部分在 1 平面上有 4 枚細胞。以后，又各分为 4，共得 16 枚，叫做蒴軸。周圍細胞側裂成为 2 层，最外层再側裂成 4 层，在最外面的是表皮組織。表皮組織具有气孔，与維管束植物相同。其余的是綠色組織，其細胞中含有叶绿体，能行光合作用并制造食物。內层圍繞于蒴軸之旁的也側分成 2 层，叫做产孢組織。此时，孢子囊的分化便完成了。由下而上在产孢組織中，其不发育为孢子而退化的細胞，分化成彈絲。当子囊組成时，胚胎最下面的 2 层細胞，向配子体中各方面生长，成为根状分枝的吸器，这就是基足。孢子囊的基部成熟較迟，且繼續分裂为生长組織，或叫做分生組織。孢子囊的生长最初依靠頂端各細胞的向上分裂；及至上半部分分化完成时，則賴基部分生細胞的分裂。前者叫做頂端生长，后者則叫做居間生长。孢子囊的上部先成熟，下部随之而分化。所以由上而下，成熟部分已产生孢子，略下則为四分孢子，再下則为孢母細胞，最下則各組織尙无分化。孢子体成熟时，由上而下，裂成 2 片。孢子体的寿命，可达 2—3 年之久(图 148. A, 图 151)。

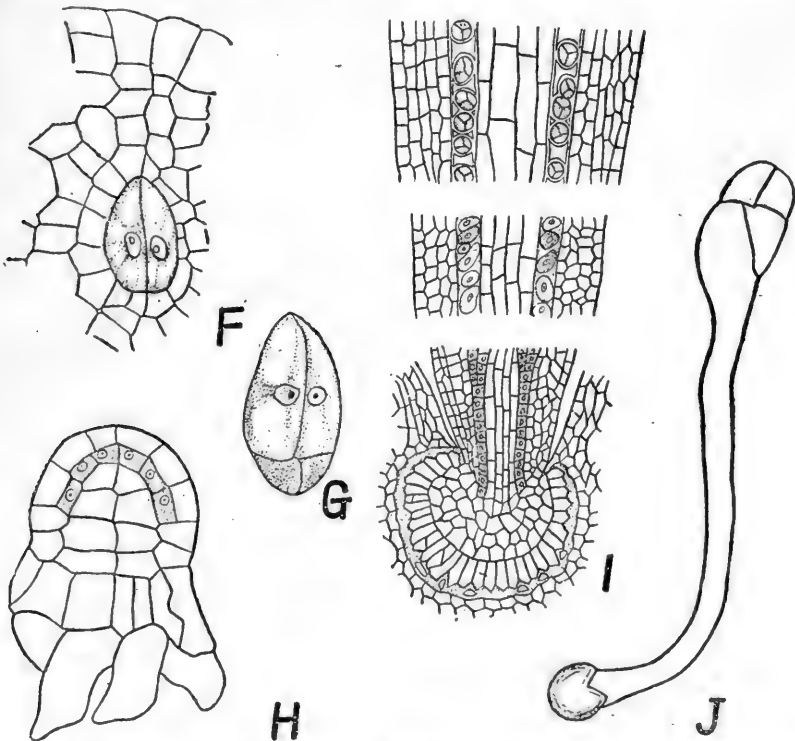


图 151. 角苔: F—G. 胚胎; H. 幼孢子体; I. 老孢子体的下部分; J. 孢子萌发。(I. 临 Coulter, 其余临 Campbell)

萌发 孢子萌发与浮苔类大致相同。孢子休眠数月，始能萌发。萌发时，内孢膜突破外壁而出。延长成为芽管，在其前端横纵分裂。并发生 1 枚頂細胞。由此分化为片状体(图 151. J)。

生长环境 角苔多生长于蔭湿之地。笔者于 1932 年春在杭州九溪十八澗溪水旁，1937 年在昆明西山太华寺泉水旁，1940 年在江西泰和杏岭村旁双龙村及李村，1950 年在南昌，1954 年在厦門大学、漳州及平和县葛竹村附近树海山中，都有发现。

苔类提要

(1)配子体的进化可分 3 支：(一)从組織分化方面发展。如由叉小錢苔的简单配子体进化至有特殊分化的地錢。(二)从外形分化方面发展。如由腋蒴叶苔类进化至頂蒴叶苔类。前者为简单没有什么分化的叶状体，如囊果苔等。后者为有分化成为“莖”、“叶”的构造，且叶有一定的排列等，如片叶苔等。(三)配子体极不发达的，如角苔。(2)配子体与孢子体的关系也可分为 3 种：(一)二者都没有什么分化的，如叉小錢苔等。(二)二者都有分化，如地錢、片叶苔等都是。(三)配子体的頂細胞从两面分裂的凸鏡形，进化至具四面的側金字塔形。(3)孢子体的分化，从向各方面分裂，进化至分裂时有上、下两极的分裂。又从球形的孢子囊具单层不育壳細胞的，經過分化成为基足、柄、孢子囊三者具备的。从孢子囊中不育細胞較少的，进化至較多的。

因此，可知生产的能力虽退化，而組織的分化反因而进化，鮑威[Bower 1908]所說，敗育即是进化一語，在苔类中非常明显。

第三章 蘚綱(MUSCI)

本綱特征 蘚類植物, 種類繁多, 分布廣泛, 除鹽水而外, 凡岩石、樹干、土地以及水塘等, 均有其生長, 尤以苦寒高山或兩極附近, 別種植物所難生存的地區, 也是它們繁茂滋生的場所。蘚類除營獨立生活之外, 也有營寄生生活的。這樣看來, 形態是蘚, 而生理上實際是菌了。在形態方面, 蘚類的配子植物體都有發達的綫狀或扁平狀的原絲體。具有枝葉的配子托都由此而發育。頂細胞通常成四面的倒金字塔形。繁殖器官都生于枝、葉的頂上, 莖中有分化, 有中柱、皮層的分別, 且有具葉迹的。葉較苔類為進化, 通常有總脈。孢子體特化非常顯著, 有蒴齒、蒴托、環帶、蒴軸、蒴蓋等構造, 其分化的精微, 遠非苔類之所能及。蘚綱分泥炭蘚、黑蘚、真蘚 3 目, 現分述如下:

泥炭蘚目(SPHAGNALES)

本目特征 泥炭蘚的孢子由特殊的蒴周層分化而成。蒴軸則由蒴內層所分化。蒴有蓋, 由此開裂。無蒴齒。蒴成熟時被蒴柄延長而上升。此蘚僅有 1 科 1 屬。

泥炭蘚屬(*Sphagnum*)

配子體 此蘚的配子體可分兩部分, 第一部分是原絲體及原葉體。第二部分是普通分化莖、

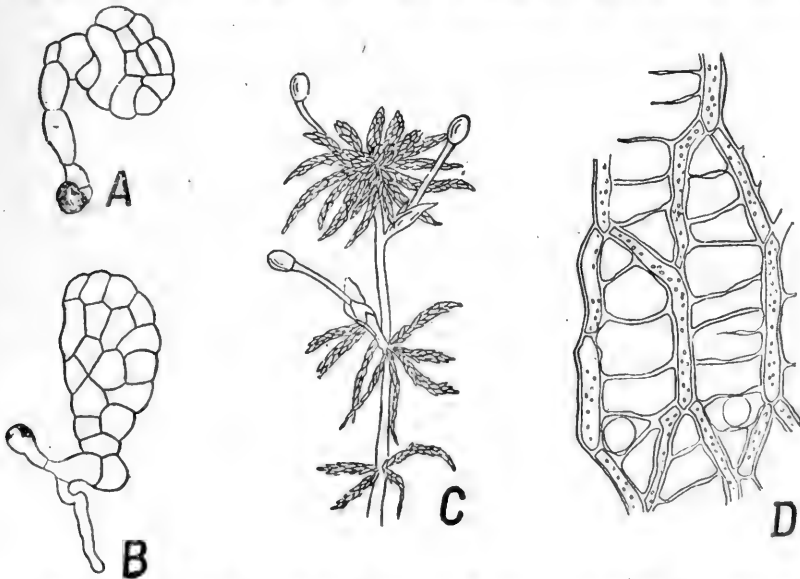


图 152. 泥炭蘚: A—B. 幼原絲體; C. 寫生圖, 表示孢子囊及其細長的偽足等; D. 葉部含有光合細胞。

(C. 實物寫生, A—B. D. 貽 Campbell)

叶,成为藓状配子托的部分。当孢子萌发时,先发生1根芽管。不久,芽管发生横隔膜,成1个多细胞的原丝体。其顶细胞与苔类相似,侧裂2次,成向左、右两面分裂的凸镜形细胞。由此分化成1个扁平的原叶体(图152. A—B)。原叶体向上发芽,并分化枝、叶,便成为泥炭藓。此藓的顶细胞是倒金字塔形的,向3边分裂,因此,茎的周围有3行叶子。叶灰绿色,无脉,基部阔而先端尖。由第二叶起,组织中始有分化。叶中细胞分为细长的绿色细胞,及无色而有孔穴并细胞壁上有花纹加厚的吸水死细胞。茎中可分为髓部,其周围有输导组织与皮层细胞等,其构造与叶中吸水的死细胞相同。茎的基部并发生假根(图152. C—D)。

雄配子器 发生雄配子器的枝条,它的叶片呈红、黄或深绿色。叶密生,因此,全枝类似1个柔荑花序。雄配子器发生于短枝的叶腋。先是,叶腋向外凸出类似1根毛管。不久,横裂成内、外2枚细胞。外细胞继续延长生长,并继续横裂成4节。除顶端1枚细胞之外,都成为雄配子器的柄细胞。此后,柄细胞继续行居间分裂及十字形的纵裂,每1枚细胞分成4枚细胞。顶端细胞膨大,并作鱼鳞状的斜裂,最后发生侧裂,分成中央细胞与边缘细胞。边缘细胞分化成雄配子器的壳,中央细胞继续分裂,成为雄配子母细胞,然后发育成雄配子。成熟的雄配子器为阔卵圆形,有1长柄,雄配子全体弯曲两圈,成螺旋形,顶端生有2根极长的纤毛,尾部有1小囊(图153)。

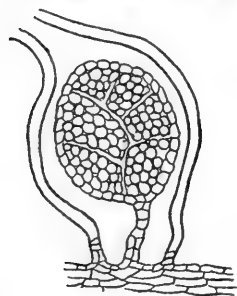


图153. 泥炭藓。雄配子器。(临 Campbell)

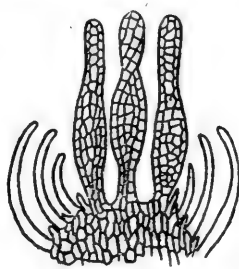


图154. 泥炭藓。雌配子器。(临 Campbell)

雌配子器 此藓的雌配子器通常发生于顶端的小枝上,其原始细胞大概与顶蒴叶苔相似,也是枝的顶端细胞所形成。发育之初与雄配子器发育的步骤相仿佛,也是由1枚细胞横裂成上、下2枚。以后横裂多次,成1长柄,叫做伪蒴柄。最上面1枚细胞行侧裂3次成4枚细胞,1枚居中的是中央细胞,其余围绕周围的是壳细胞。以后中央细胞横裂为上、下2枚,在上面的继续横裂成为无数颈沟细胞,在下面的成为腹细胞及雌配子细胞。雌配子器成熟时,其颈管长而扭曲。腹部膨大,且有柄(图154)。

孢子体 雌、雄配子交配后,成为接合子,接合子就是原胚。接合子初次的分裂是横裂,1枚细胞分裂成上、下2枚,据冷特博士(Land)称,上细胞纵裂后,侧裂成为中央及周围2部分,中央部分叫做蒴内层,周围部分叫做蒴周层。但鏗貝尔[Campbell 1905]则认为原胚最上面的3节细胞分化成孢子囊,其余的都分化成基足。此则与冷特略有出入。蒴内层分化成为向上圆臃而成半球形的蒴轴体。产孢组织由孢子囊上半部分的外层侧分而来。但产孢组织全部分化成孢子,并不产生弹丝。孢子囊成熟时,沿其上半部分的周围发生1圈环带。孢子囊在环带上方的蒴盖。环带细胞成熟时,蒴盖脱落。雌配子器起初包围孢子体之外,至孢子囊长大时,便被横裂成上、下2部分。在上面的形如风帽,被盖于孢子囊顶上,叫做蒴帽。下半部分叫做蒴被或托。泥炭藓的孢子囊无柄,但雌配子器有极长的基部。当孢子囊成熟时,其长柄叫做伪蒴柄的,即雌配子器基部细胞延长所成(图155. G—H)。

生长环境 泥炭藓生长于低湿地区、溪水及湖沼中,笔者在杭州灵隐寺后山涧中,江西庐山

觀音橋附近,昆明郊外鉄峰庵,及江西新建西山洗葯湖,均曾采得。泥炭是碳化的泥炭蘚。解放后,不少地区发现泥炭。对于工农业生产,很有价值。泥炭又叫做草炭,草煤,泥煤,草筏子。分为高位泥炭,低位泥炭,过渡泥炭。最近几年来,江西新建的西山、福建的平潭地区都有泥炭发现。但大都是低位泥炭。这种泥炭(干物)一般含氮素 1.81% 左右,磷酸 0.30%,氧化鉀 0.27% 左右。泥炭是制造顆粒肥料的原料。又泥炭蘚的叶富于吸水性质,在运输苗木时,常被用来包裹根部,以免苗木枯死。

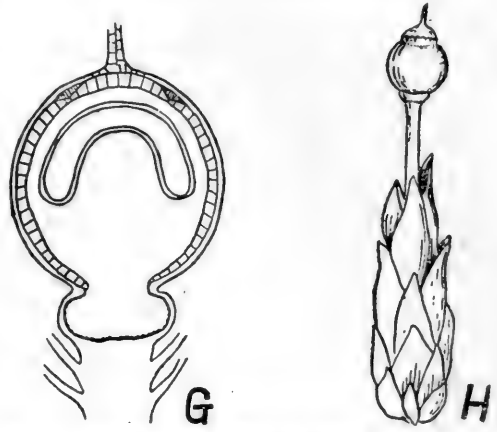


图 155. 泥炭蘚: G. 孢子囊縱剖面略图; H. 孢子囊外形图。(G. 临 Campbell, H. 临 Schimper)

黑蘚目(ANDREAEALES)

本目特征 黑蘚目只有 1 属,且种类不多。植物体短小,呈黑色或棕黑色。生长在花岗岩上。蒴(孢子囊)成熟时纵裂成 4 瓣,但裂缝的长度不到蒴顶。孢子与蒴轴,均由内层所分化。枝、叶的形态与真蘚没有差异。而孢子萌发时,先分裂成多细胞的原球体并不直接发生原丝体。且原球体可发生叶状的扁平体,由此生长黑蘚,此属植物是泥炭蘚与真蘚的过渡类型。现在叙述黑蘚属的生活史,以供参考:

黑蘚属(*Andreaea*)

构造 黑蘚孢子外壁厚而色黑,孢子绿色,含有油类。孢子成熟后,一周之内即行萌发,但也有休眠至数月始行萌芽的。孢子萌发时,内部先行分裂成为 1 团细胞,是为原球体。此种步骤与苔类的溪苔属相似,而大大不同于一般蘚类。原球体表面的细胞向外延长,发育成丝状体。丝状体细胞的横隔壁与表面成正交或斜交。由此丝状体分为多枝,生长于石缝之中。丝状体无假根,这是它和原丝体不同之点。有的绿色退化,即成假根。通常黑蘚的丝状体分化成多细胞的扁平体,与泥炭蘚相似。也有的成管状体。其表面的细胞分化成金字塔形,向上发生茎、叶成为黑蘚。黑蘚茎的顶端,有 1 枚金字塔形的顶细胞。向周围三方分生枝、叶。叶先端尖而基部钝,无柄,有总脉或没有,细胞最初时极薄,久而变厚,色很暗。茎中细胞没有什么分化,无中央长形输导组织与皮层细胞的分别,但周围细胞的壁略厚而色泽较暗而已,这是和真蘚不同之处。茎的基部假根丛生。茎枯萎时,假根可另行发芽。它的假根也是复细胞

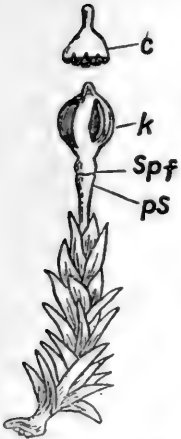


图 156. 黑蘚生活史图。c. 蒴帽, k 蒴, spf. 蒴足, ps. 伪足。(临 Goebel)

管的管状体或扁平体,并非单条的綫管,象他种植物的一样。

雄配子器 黑蘚的雌、雄配子器是异宗或同宗异枝而生，雄配子器发生于枝端，直接由枝的頂細胞分化而成。先由一枚細胞橫分为2，然后再橫裂为3，最上面的是雄配子器母細胞。此細胞分裂时，起先繼續不斷地向左、右成魚鱗式的斜裂。然后每1枚細胞側裂成內、外2枚細胞。外細胞日后成为雄配子器的壳，內細胞成为雄配子产生細胞。最初3枚細胞的中部細胞，自行縱裂1次及橫裂多次，成为雄配子器的长柄。

雌配子器 雌配子器发育之初，其分化的步驟与雄配子器完全相似，当1枚細胞橫分裂成上、下2枚細胞时，在上面的也作魚鱗式的左、右斜裂。最后，其最上层行側裂，結果分成雌配子器壳及中央細胞。由中央細胞橫裂，終于成为頸沟、腹沟及雌配子細胞。其雌配子器与泥炭蘚相似，也具1根长柄，叫做伪蒴柄。

孢子体 雌、雄配子交配后，其接合細胞第一次的分裂是橫裂。其后也作魚鱗式的斜裂，全体成为11—13节。此后，每1枚細胞側分为內、外2部分。在外面的是蒴周层，在里面的是蒴內层。內层縱裂成为多层，其中居于較外的分化成为产孢組織，这是它与泥炭蘚不同之处。产孢組織不久自行縱裂成2层，此后并没有其他分化，也沒有彈絲发生。产孢組織全体状如复皿，居于蒴軸的上部。

蒴軸組織的来源，与产孢子組織相同。孢子囊无柄，其基足由胚胎最初橫裂所得的基部細胞分化而成。孢子囊成熟时，由基部向上，成4条裂縫，但不到达頂部(图156)。

生长环境 黑蘚产生于高山的花崗岩石上，黑色，成丛。福建武夷山有发现。

眞蘚目(BRYALES)

本目特征 本目包含大多数的蘚类。构造方面虽比較相似，但因其种类繁多，也各有不同。現在擇其大概，叙述如下：(一)孢蒴 眞蘚的孢蒴是蘚类中最复杂的，成熟的孢子体下部有长柄，叫做蒴柄。蒴柄的基部有足，叶做基足。基足伸长，进入母植物体的組織中。最上面有蒴，叫做孢蒴。幼小时被风帽状的蒴帽所包罩。成熟时，蒴帽破裂脫落。蒴帽內含1,2层細胞，是雌配子器的頸特化而成。在蒴的頂端通常有小盖，叫做蒴盖。盖与蒴的分界处，有环带。孢子成熟时蒴盖脫落，蒴盖之下是蒴齿层，成熟时破裂成齿，叫做蒴齿。蒴齿通常分內、外2层，排列成2輪，也有无齿輪层的。孢蒴的四周有数层細胞叫做蒴壳。壳的內层有疏松細胞，再向內則有产孢細胞。居于中央最內的，則是蒴軸。蒴柄的上部与孢蒴的基部相接之处叫做蒴托，其外通常有气孔。蘚类孢子体虽有分化，但从不发生枝叶。(二)原絲体 眞蘚的原絲体除少数种类而外，通常是分枝的綫状体。枝有两种。其一是营养綫体。营养綫体分节，其橫隔壁与側壁相垂直，細胞中含有叶绿体。另一种是假根。假根細胞壁棕褐色，橫隔壁斜生，无叶绿体。原絲体很少成为叶状体，由叶状的原絲体也可以发生綫体或再行发生叶状体。原絲体在下等种类中是永久构造，其分裂生长絕对限于頂細胞，无居間分生，如果有的話，則是旁枝所发生的。

繁殖方法 无性繁殖 繁殖方法分有性与无性。无性繁殖极为强盛，除叶绿体发生特殊的胞

芽而外,其枝、叶都可以認為是无性繁殖器官。 **有性繁殖** 有性繁殖时,发生雌、雄配子器。雄配子器长筒形,基部有柄,周围有1层不育的細胞,即雄配子器壳。雄配子細长成螺旋弯曲,体的前端特別尖細,生有2根极长的纤毛。雌配子器烧瓶状,頸很长,有成串的頸沟細胞多枚。雌、雄配子器之旁均生有隔絲。雌、雄配子器生长于枝的頂端。紧靠于雌、雄配子器基部的叶片,重迭生长成盘状,且常呈紅色,所以有“**蘚花**”,或“**花托**”之称。雌、雄配子器有的生于同一植物,同一托中,也有**同株异托**或**异株**的。

葫芦蘚属(*Funaria*)

构造 葫芦蘚是常見的蘚类,我国各地都有分布。現将其构造分別叙述如下:

原絲体 孢子萌发时,吸收水分而膨脹,外壁因此破裂,內壁由裂口凸出,逐渐延长成为1管,且发生横隔壁,将管分隔成多細胞而分枝的綫状体。并发生假根,便成为1原絲体。

叶芽 在原絲体前端的細胞,每自行膨凸,成为梨形的凸起。不久,发生歪斜分裂,分成1个复細胞的幼芽。其頂細胞是四平面倒金字塔形的。此分生細胞的分裂非常規則,分裂时,向側旁三边平行分裂,产生3枚子細胞,每1枚子細胞分化成1个叶芽。在莖部的細胞向下发生假根。假根分枝繁多,假根无叶绿体,棕褐色。其細胞間的横隔壁都成歪斜生长。叶芽基部的2,3节并不发生叶片。最初生长的叶片无总脉。幼叶生长迅速,不久,遮盖芽的頂端,叶成复瓦状排列,彼此密集,待莖伸长后,始渐疏松。如果外界环境不良时,幼芽的綠色消失,变为深褐色。当环境适宜时,又可萌发成配子体或原絲体。

莖 葫芦蘚的莖細而短,分枝不很規則。頂細胞成倒金字塔形。分裂时,向旁側平均分出3枚細胞。莖中略有分化,有1层比較狭长的表皮細胞,与較大的皮层細胞及小型薄壁的中柱細胞。

叶 叶密生于莖頂,其形不一,有椭圆、卵形等等,叶端尖銳,全緣或不全緣,有总脉(图 157. A—D)。叶緣細胞較狭而一端向外伸出,成锯齿状。

繁殖器官 此蘚是绝对异宗的。生长雄配子器的植物体高約1厘米。下部叶片疏松,頂端密集,且中央变紅,很象一朵花(图 157. A)。

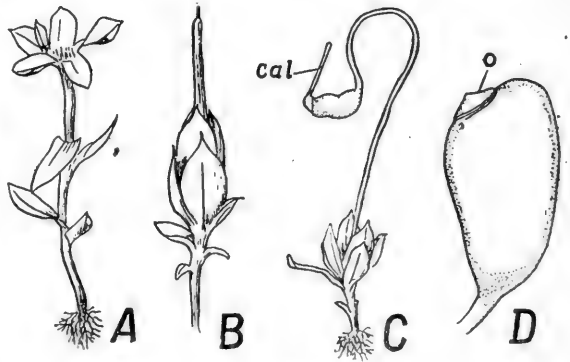


图 157. 葫芦蘚的外形: A. 雄植物; B. 雌植物; C. 雌植物体及孢子囊; D. 孢子囊。cal. 蒴帽; o. 蒴盖。(临 Campbell)

雄配子器 在枝端的表面,細胞有生长特別迅速的。不久,此細胞即高出于邻近各細胞,且发生1层横壁分成上、下2枚。上細胞可直接发育成为雄配子器原始細胞,下細胞則成为柄細胞。雄配子原始細胞由下而上,向两旁相对斜裂成为3枚細胞。最高而居中的是頂細胞。当頂細胞向上生长时,仍可繼續由下而上作同样的分裂,直至分成7节为止。頂細胞最后横裂1次,又成上、下2枚細胞。上細胞叫做壳細胞,下細胞叫做雄配子原始細胞。由此細胞分裂成为雄配子母

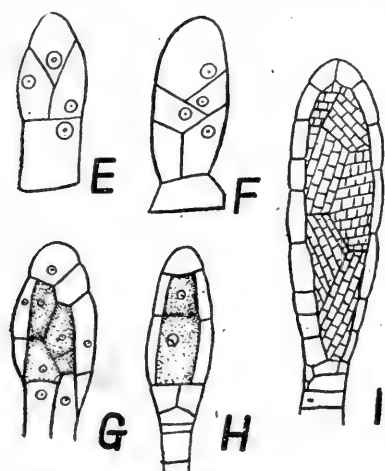


图 158. 葫芦藓的雌配子器: E—I. 发育的次序; E—F. 幼小时期; G—H. 时期相同, 但切面不同; I. 成熟时期。

(临 Campbell)

細胞先橫裂成为上、下 2 枚細胞, 在下面的是基部細胞, 在上面的是雌配子器母細胞。母細胞发生向底部歪斜切綫分裂 3 次, 分成 3 枚原始壳細胞, 及 1 枚中部細胞。中部細胞又橫断分裂成上、下 2 枚細胞, 上細胞与苔类雌配子器的盖細胞相同。下細胞分为原始頸沟及雌配子与腹沟細胞。盖細胞也具有分生性質, 向三周及上方分裂成为頸細胞。而頸沟細胞則自基部細胞分化而成。当雌配子器尚在幼嫩之时, 在一橫切面上, 頸部具有 3 枚細胞。不久, 輻射縱裂成为 6 枚, 且更可橫裂成为多数。腹細胞的外壳与頸的来源不同, 是雌配子器母細胞最初向三周切綫斜裂所成的 3 枚原始壁細胞分化而来。当雌配子器尚未成熟之时, 腹壳即分裂成为双层。雌配子器成熟之时, 頂細胞向外推开, 使器口成喇叭式。器的上部有长而歪扭的頸, 內有多数頸沟細胞成为 1 串生长。下有 1 枚腹沟細胞, 最下有 1 枚雌配子細胞。在雌配子器之旁, 也生长有隔絲(图 159. J—N)。

孢子体 雌、雄配子交配后, 成为孢子体細胞。孢子体的第 1 次分裂是橫裂, 将 1 枚細胞分成上、下 2 枚。上、下細胞的第 2 次分裂都是縱裂, 但与第 1 壁不成直角縱裂, 而成歪斜縱裂。第 3 壁也是歪斜縱裂。如此, 将上、下 2 枚細胞, 各分为 3 枚細胞。3 枚細胞中有 1 枚两面分生的細胞, 及 2 枚側旁細胞。因此, 幼孢子体的生长, 是同时

細胞, 雄配子由此产生。頂細胞以下斜裂的各个細胞, 各自发生切綫分裂, 成为內、外 2 枚細胞。在外面的是壳細胞, 日后成为雄配子器的壳。內細胞縱橫分裂, 成为雄配子母細胞。雄配子器成熟时呈橙紅色。其頂端的中央生长 1, 2 枚无色透明而体形較大的細胞, 叫做雄配子器盖。器盖終被推挤而向外开展, 便成为 1 个口, 雄配子由此向外射出, 雄配子的体积微小而細长, 成螺旋状的弯曲。前端有 2 根极长的纤毛。借雨水的媒介而达于雌配子器。在雄配子器的周圍生长多数隔絲。隔絲是单細胞向上生长并橫断分裂成多节的毛状体。隔絲頂端的細胞常特別膨大, 成圓球状(图 158. E—I)。

雌配子器 当植物体尚幼小时, 雌配子器已行发育。雌配子成熟时, 其植物体的高度不过数毫米而已。雌配子器原始細胞即是莖的頂細胞。雌配子器分化之初, 其原始

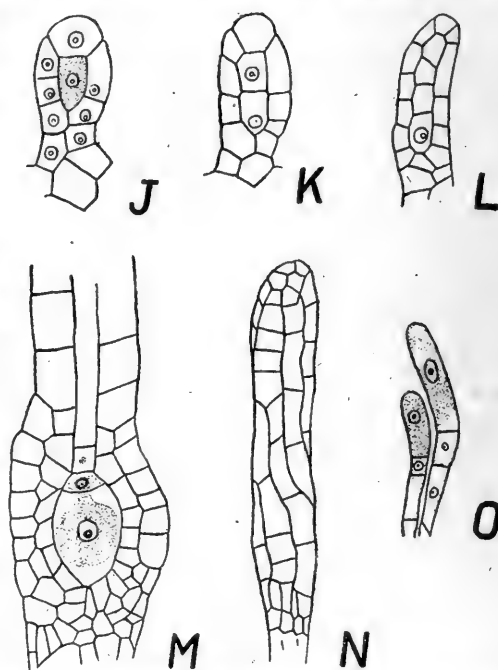


图 159. 葫芦藓雌配子器发育次序图: J—M. 从小到大(成熟)的纵切面图; N. 表面观; O. 隔絲。(临 Campbell)

向上、下两方面相背进行的。通常,胚胎上部的分裂必較下部为規則,而生长也較迅速。不久,成一长形的构造。每1枚細胞又进行切綫分裂,成为**蒴内层**与**蒴周层**2部分。日后,孢蒴最中央直立的**蒴軸**、貼于軸周圍的**内孢囊**以及环绕于内孢囊周圍的**孢原**,这几部分都是从蒴内层分化而来的。孢蒴成熟之前,孢原自行分化成为**产孢細胞**。以后,經過孢子母細胞、減数分裂、四分孢子各步骤后,各自分裂成为孢子。蒴周层的細胞也自裂成内、外2层,外层的細胞比較大,內层的比較小。大的分化成蒴壳。小型細胞而近于外周的,当蒴膨大时被拉成疏松絲条状的組織,叫做**外孢囊**。在蒴下半部的細胞,并不分化成产孢組織,而細胞之間普遍发生**空气隙**。在最中央的細胞,分化成一丛綫状絲条,与蒴軸相連接。圍貼于外孢囊的細胞,通常自行切綫縱裂,結果成为3层。蒴芦蘚的蒴柄及蒴托的分化,較其他蘚类为迟。先是,蒴托各部分反比較上、下各部分为粗大,蒴柄分化时在柄及孢蒴交界处特別膨大,这就成了**蒴托**。在托以上的部分是蒴,在下面是蒴柄。蒴柄細长,其基部向下生长,进入配子体植物莖的頂端組織中,成为**基足**。蒴柄的构造頗有分化,中部有简单的中柱,內有小型薄壁細胞,是导水組織。圍于其外周的有厚壁褐色細胞,哈伯朗[Hapurlandt 1928]称它为**无維韌皮組織**,居最外的是**皮层細胞**。皮层細胞也具有厚壁。且愈至外周,其形愈小。蒴托內部細胞的生长虽不很規則,且无**孢原**,但其层次与孢蒴中相似,也很分明。蒴托表面有**气孔**,但其**保卫細胞**中間裂縫的长度不达到两端(图 160. P—U)。当孢蒴发育到能够辨别时,蒴盖的分化即行开始。在孢蒴与蒴托之間,圍于蒴的四周成1陷凹的圈环。在圈环以上的部分成为蒴盖。蒴盖与孢蒴交界处的細胞比較狹小,日后两部分即由此分离。产孢細胞发育到口为止,并不达到蒴盖,因此,全体的构造成1筒状(图 160. U)。蒴齿层孢蒴成熟时,水分上升被阻,逐渐变干,除壳的厚壁細胞与孢子而外,所有薄壁及柔軟細胞完全干毀。生于蒴口的蒴齿細胞,因其側壁与橫壁消失而裂为两层,便成为蒴齿。蒴齿对于水分的反应非常敏銳,湿时向內弯曲,干时回到其原来向上直生的位置,因此,将孢子带出蒴外(图 160. T)。

蒴帽 蒴芦蘚的蒴帽,下口大而頂端尖細,上部細胞是厚壁的。全部是雌配子器的頸部所构成。此蘚的孢蒴,弯曲下垂。蒴盖偏于側旁(图 160. U),因此叫做蒴芦蘚。

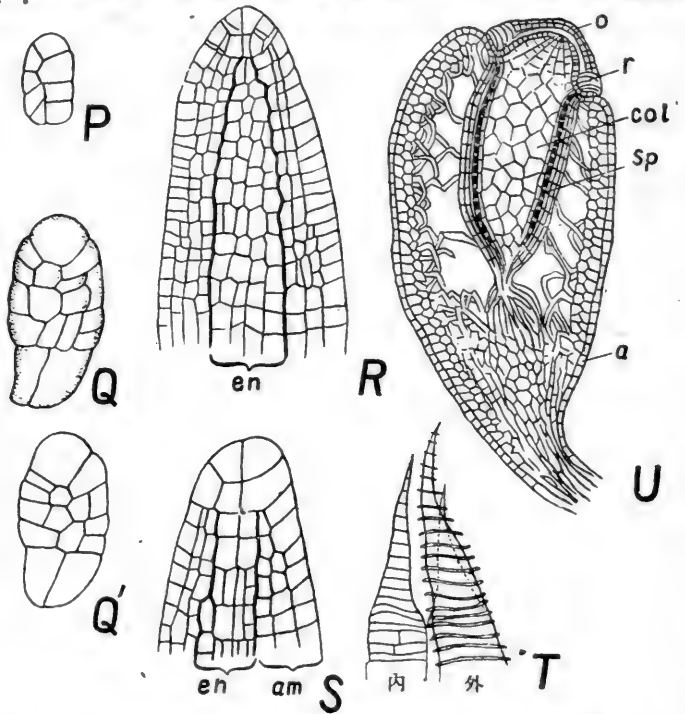


图 160. 蒴芦蘚的孢子囊及胚胎: P. 幼胚纵切面; Q—Q'. 較老的胚胎外形及内部构造; R—S. 更老的胚胎頂部切面; T. 蒴口的一部分; U. 蒴的纵切面。en. 内层; am. 周层; o. 蒴盖; col. 蒴軸; r. 蒴齿; sp. 孢子; a. 蒴托。(临 Campbell)

生长环境 蘚类多半生长于蔭湿之地，葫芦蘚分布很广，欧洲、北美洲以及我国各地都普遍生长。

大金发蘚(*Polytrichum commune*)

配子体 大金发蘚是蘚类中大型的，其配子植物体下有假根，上有莖干，莖可分地下及地上两部分。地下莖之旁，生长退化的鱗片3行。生于地上的莖有叶，叶披針形，无叶柄，有中脉，中脉的分化不达到叶的尖端。叶成复瓦状排列。叶緣通常卷向叶面。叶的下表皮分化明显，表皮的外壁特別厚且有角質层。叶的内部細胞可分2种，1种是小型而长的厚壁細胞，另1种是管胞状的薄壁細胞。2种相間而生。后者分化后成条状排列，其功用是輸导水分。叶的上面生长向上直立的薄层构造，内含綠色細胞(第三編卷首图B)，是行光合作用的組織。

莖的构造可分表皮层、下皮层、皮层、“維管束”、“叶迹”等組織。維管束的构造可以认为是简单的同心維管束。其中心有管胞状的导水細胞，周围有小型厚壁的韌皮細胞，且有明显的叶迹，其分布的状况与高等植物相同。蘚类的木質部組織，哈伯朗[Hapurlandt 1928]称为无維木質部，其韌皮部則称为无維韌皮部。

眞蘚(例如，大金发蘚)的莖虽具有分化，但“維管束”的周围并无特殊分化的中柱鞘或内皮层等組織。

“蘚花”或“花序” 本科蘚类的“蘚花”尤以生长雄配子器的最为显著，雄配子器周圍叶片的顏色和形状，与其余的叶片完全不同。此种特化的叶片，体型較闊而薄，且帶紅色。雄配子器丛生在它的中部。莖的頂細胞并不分化成雄配子器，而仍能繼續向上分裂生长。雌配子器也是丛生，且有人认为是枝特化而成的，因此蘚类的“花序”是1种复杂的构造。雌配子器也是燒瓶式而有长頸。

孢子体 孢子体有极长的蒴柄，下面有小型的基足。基足伸入母植物組織中。蒴柄的上端有明显的蒴托，再上面則是孢子囊。孢子囊又名孢蒴。孢蒴本身的上端有蒴盖。蒴盖之下有口，口的边緣有蒴齿，大金发蘚具蒴齿1层，齿数16, 32, 或64枚。蒴齿之上，有1层細胞，复蔽蒴口，与鼓皮相似(第三編卷首图A, C—D)，此薄层叫做上隔层。蒴的中央有多細胞的蒴軸，四周有孢子层及疏松的綠色組織。再外則是孢子囊壳的組織，最外是表皮組織。

特点 大金发蘚的孢蒴常呈方柱形或六角形，蒴盖正生于頂端。蒴未成熟时，有上隔层复蔽蒴口(第三編卷首图A)。叶的构造极为特別，有向上生长的綠色組織。雄配子器頂端的无色透明細胞为数很多。其气孔的构造有3种：(一)具1枚保卫細胞，(二)象高等植物那样，具2枚保卫細胞，(三)保卫細胞各自橫裂，共成4枚。

生长环境 金发蘚科植物多半生长于山林蔭湿土地上。

寄生种类

烟杆蘚属(*Buxbaumia*)

配子体 蘚类也有营寄生生活的，如烟杆蘚之类就是。其原絲体虽仍含綠色，但其莖、叶的

綠色完全退化。假根的壁極薄而無色，且常常自相通連成為工字形的構造，也有組成網狀與普通菌絲很相類似的。

雄配子器 雄配子器圓形而有長柄，直接自原絲體生長，外部有 1 個綠色蚌殼形的苞包蔽着，此苞也可以被認為是它的唯一的葉片(圖 161. A, B)。

雌配子器 雌配子器生于雌配子植物的頂端，此植物體虽很短小，但有莖、葉的分化。葉的分化與苔的葉相似。短莖的頂端葉片密生，都無綠色，雌配子器被包圍于內。

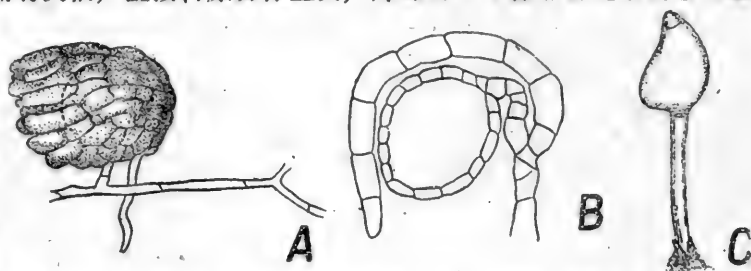


圖 161. 烟杆蘚: A. 原絲體上生長的雄配子器; B. 雄配子器縱剖面圖; C. 全植物體，上部是孢子囊。(臨 Goebel)

孢子體 孢蒴大而構造繁複，與其餘的蘚類相同，也有蒴齒等等。蒴斜生，下部的一邊特別膨大，蒴內也有疏松組織和行光合作用的綠色等等組織，綠色組織在蒴上方感光部分的尤為發達(圖 161. C)。

生長環境 此蘚生長于腐爛木質及富于有機物質的土壤中。

蘚類提要

(1) 蘚類分為泥炭蘚、黑蘚、真蘚 3 目。(2) 泥炭蘚兼具蘚與苔兩類的特性，黑蘚為介乎角苔、葉苔、泥炭蘚、真蘚之間的植物，真蘚是最特殊的種類。(3) 泥炭蘚由孢子萌發成為原絲體，不久，分化成為扁平體，此現象與腋蒴葉苔相似。黑蘚孢子萌發時，先分化為原始球狀體，與其他蘚類相似，其扁平的葉狀體則象泥炭蘚，成綫狀的則似真蘚，真蘚的原葉體通常是絲狀體，但也偶有成葉狀的。(4) 此 3 目的配子植物體、配子托都是直立的，還具有枝、葉及倒金字塔形的頂細胞，所以是很一致的。(5) 泥炭蘚的雌配子器與頂蒴葉苔相似，由旁枝的頂細胞所發生。黑蘚的雌配子器則是枝端的頂細胞分化而成，真蘚的也由頂細胞分化而成。(6) 泥炭蘚的雄配子器成球形，有長柄，而生于葉腋。黑蘚則雄配子器生于頂端，與真蘚相似，但外形似泥炭蘚。(7) 泥炭蘚的孢子囊中的產孢組織成復皿狀，很象從蒴周層分化而來，以及其偽足蒴柄各點，均大大不同於一切蘚類。黑蘚的產孢組織由蒴內層分化而來，與真蘚相同，但有偽蒴柄則為泥炭蘚的特徵，且孢子囊開裂成 4 瓣則很象葉苔。真蘚的孢子體有長柄，有各種特化的構造，產孢組織並不復蓋蒴軸的上部等等，均與泥炭蘚、黑蘚不同。

第四章 苔蘚植物的演化

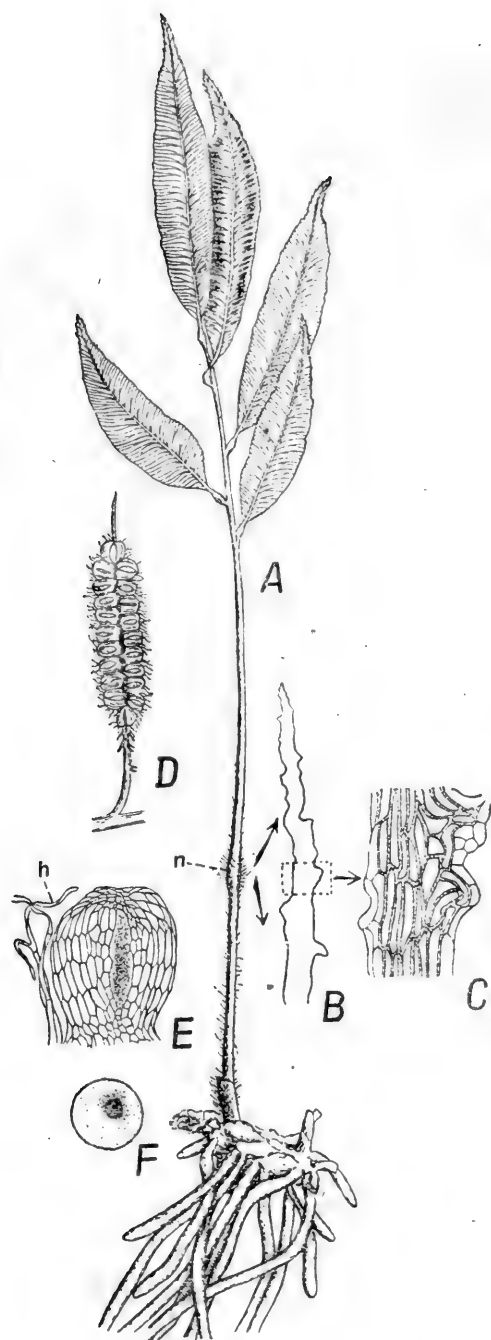
苔、蘚 2 綱共成 1 群，而實分 2 支。彼此關係如何，很少有定論，更因為它們沒有經濟價值而體積又很微小，所以不為學者所重視。因之，研究的人不多，以致形態方面未能完全被人知道，要了解全豹，還有待於今後學者的努力。但依據現在和過去的報告，關於苔蘚演化的意見大致可分進化與退化二派，也有特殊見解介於二派之間的。茲略述一、二，以供讀者參考。

(一) 進化派學說 鮑威 [Bower 1908] 等認為陸生植物導源于藻類，其進化的過程，由於孢子體中原來可以分化成孢子的組織，逐漸敗育成為他種組織。換句話說，即孢子的產量因退化而減少，而其他組織與構造反而增進。因此，如果把這種現象叫做“進化的敗育”，那麼，也未嘗不可。現在陸地上生長的高等植物，無不由這種現象演化而來，而苔蘚植物實為水陸兩類的過渡者，鮑氏“進化的敗育”學說尤為一般學者所推重。鏗貝爾 [Campbell 1905] 認為苔類是出自綠藻中的絲藻目。其進化的過程與鞘毛藻孢子體的發育相似。因鞘毛藻的孢子體在萌發之前，分化成多細胞的球團，這是孢子體形成的開始，與頸卵器植物群中最簡單的錢苔孢子體發育的初期很相類似。

(二) 退化派學說 魏特斯丹音 [Wettstein 1935]、姬博爾 [Goebel 1905] 等，對於苔蘚植物是介乎藻類與蕨類之間的種類，雖有相同的見解，但對於苔類與蘚類演化所持的意見則與鮑威等相反。認為今日的苔類實由構造複雜的植物退化而來，也就是“進化的敗育”的現象。而苔類中比較簡單的，反導源于有分化的。客霞薄 (Kashyap) [Fulford 1948] 還說，無分化的苔類是由葉狀的退化而成，下等的實由高等的退化而來，且竟說高等的則由蕨類退化而成。近來赫禮司 (Harris, F. M.) [Fulford 1948] 發現具有葉片而直立生長的苔類化石，這樣，更加證明了苔類是退化而來的種類。最近，塔赫他間 (А. Л. Тахтаджян) 綜合了很多古植物學者的結論，認為苔類導源于裸蕨植物門，而蘚類或者是發源于已經絕滅了的葉苔類植物 [胡譯: 1954]。

(三) 折中派學說 冷特博士 (Land, W. J. G.) 認為，苔類植物既少化石，而在演化上的過程次序又很完全，從簡單進至繁復的種類無不具备。其主要植物體是配子體而非孢子體，且是陸生而非水生，而蘚的孢子體又特化過甚，今日的高等植物斷非所出。綜合上述數點可以決定苔蘚植物既無來源又無所出，實為自成一支的“近世古植物”。因為在構造方面象雌配子器等與蕨類等相似可說是古，但既少化石而進化的步驟又是次序完整，則是新的證明。近年伊母斯 [Eames 1936] 所說，古代原始維管束植物導源于藻類，而苔蘚與它們無關，這和冷特所說的可謂不謀而合。

第四編 蕨類植物



第四編 卷首图

馬蹄蕨 (*Archangiopteris henryi* Christ et Gies.): A. 全植物写生图; B. 鱗片; C. 鱗片一部分的放大图, 表示厚壁細胞及薄壁細胞; D. 沿叶脉而生的孢子囊群; E. 放大的孢子囊, 表示子囊壳的构造及其裂縫并孢子囊旁的隔絲; F. 孢子及其細胞核与核仁。h. 隔絲; n. 膨大的构造。(临腊叶标本“王昌无、刘英采自云南蒙自的标本, 号数 82370”)

第一章 蕨類植物概論

蕨類植物(Pteridophytes)又名羊齒植物,是維管植物中的一群。其單倍、雙倍植物體的生長,各自分離。有性、無性世代的交替,明顯不亂。其雙倍的孢子植物體有根、莖、葉與維管束的分化。維管束之中又有韌皮、木質、中柱鞘等組織的形成,其外,還有內皮層包圍着。雖然現代的蕨類少有次生組織,但其初生的構造在進化上則與種子植物沒有什麼高低的差別。孢子植物體的減數分裂在孢子囊內的孢母細胞中進行,單倍配子體的孢子由此形成。孢子因科、屬的不同,而有圓球、二面、四面,以及同形、異形種種分別。配子植物體簡單微小,沒有什麼分化,或是薄片狀,或成塊狀體,或作綫體而分歧,也有分裂滋長而不出孢子之外的。雌、雄配子器同體或異體而生,同體的雌、雄配子器的發育時期又常有先後之別。雌、雄配子器的外周,都有不育細胞包圍和保護着。器所生長的地位,又依種類而各有不同,有的下陷於配子體的組織中,也有高出于外的。雄配子進入雌配子器而進行交配,然後分化成為胚胎,發育成幼苗。因為它們有胚胎,所以有人將它們稱為有胚植物(Embryophyta)。

莖的解剖

蕨類植物種類繁多,構造複雜。莖部維管束中木質、韌皮兩部,生長式樣之多,尤非其他植物所可及。現在摘其主要的,略述如下:

甲 初生構造 1. 分生組織 蕨類的分生組織多半是1枚單獨的頂細胞,各種組織都從它分化而出。此細胞具四平面,形狀和1個倒立的金字塔相似。 2. 表皮層 莖部最外層的細胞;概稱表皮層。蕨類表皮層的发生是直接從皮層分裂而成,並非由幼莖尖端的表皮原所分化。所以表皮與皮層之間,界限參差不齊。表皮的式樣也因莖的差異而不同,在同一莖部,其地下部分與地上部分也不相同。毛和氣孔通常具備,但也有不具備的。 3. 皮層與基本組織 介乎表皮與中柱之間的組織,是皮層組織。莖內中柱分裂過甚,維管束散布生長,髓部與皮層的界綫無從分劃時,則維管束之外,概稱基本組織,而不分皮層與髓部。蕨類的皮層細胞,全部的構造完全一致,或內、外的分化不同,而有內部和外部皮層的分別,甚至有多到3層的,象松葉蘭屬(*Psilotum*)。松葉蘭莖的外部皮層是具有葉綠粒的薄壁組織或厚角組織,中部皮層是厚壁組織,而內部皮層則又是薄壁組織。蕨類皮層中都有葉迹。葉隙的有無要看種類而定,通常葉型小的無葉隙,大的才有。內皮層除蕨屬(*Pteridium*)與卷柏屬(*Selaginella*)而外,通常仍舊認為皮層最內部分靠近中柱的組織,其上有條狀加厚的凱氏帶。蕨類的莖中,尚有內生和外生兩種內皮層。外生內皮層就是普通生長在皮層最內部的。而內生的則是發生在髓部外周的特殊的內皮層。 4. 中柱 蕨類中柱式樣,是植物界中最多的。現在選取主要的分別敘述于下: (一)原生中柱 中柱的中

央全部細胞分化成木質部，而韌皮組織圍繞在外周。(二)管狀中柱 中柱中央的薄壁細胞並不分化成木質部，而成髓部。髓的外周通常具有內生內皮層。(三)雙韌管狀中柱 韌皮部分內生、外生兩層，夾生在木質部的內、外兩周。(四)網狀中柱又稱分裂管狀中柱 此中柱是有多裂的管狀中柱。(五)分體中柱 分裂管狀中柱的維管束，由筒狀的排列，分化成為分散在莖內，不規則的生長。在同一蕨類植物的體內，從幼苗到達長成，其中柱的形式也有分化。譬如，最初是原生中柱的，當植物體漸長，中柱的形式也隨之而更改，可由原生的成為管狀、網狀、最後分裂成分體的。一般來說，蕨類中柱的構造，最初幼小時一概是原生的，其後如何，要看種類而定。有始終是原生中柱的，也有成管狀甚至成分體中柱的。中柱的外圍一概有中柱鞘。

5. 木質部的分化 蕨類木質部的分化，可分為外始、中始及內始3式。外始式的，木質部細胞的成熟，自靠近中柱鞘的內周開始，而逐漸及於莖或根的中央。這就是說，先分化和先成熟的原生木質部在中柱外周，而後分化和後成熟的後生木質部在內周。內始式與外始式恰成相反方向，其原生木質部在中柱的內周，而後生木質部反而在外周。中始式是後生木質部，圍繞原生木質部而生。關於中柱形式及木質部的分化，學者一致認為，原生中柱及外始式的木質部是最低下，分體中柱及內始式的木質部是最進化的。

乙 次生構造 古代蕨類都有次生組織，次生組織的來源有二：其一是初生形成層，由此分化的是次生木質部及次生韌皮部。另一種是木栓形成層。木栓組織由此而分生。現代蕨類很少的具有次生組織，僅僅水韭屬(*Isoetes*)、陰地蕨屬(*Botrychium*)、七指蕨屬(*Helminthostachys*)等才有。水韭屬與陰地蕨屬都有初生形成層，而陰地蕨屬還有木栓形成層。

根的解剖

甲 初生構造 1. 頂端分生組織 蕨類根部的分生組織與莖尖相同，多數是1枚單獨的倒金字塔形細胞。2. 表皮層 表皮組織與皮層的分化很不明顯，根毛由表皮細胞凸出延長而成，通常是單細胞，少有複細胞的。發生於根基部的根毛及莖表面的毛，也有自相穿織成為圍繞在莖外的寬厚的假薄壁組織層。3. 皮層 皮層組織有全部細胞構造一致的，也有分為內、外2層的。如果分成內、外2層，那末，在外周的通常是薄壁細胞，而在內部的是厚壁細胞。皮層最內的組織是內皮層。4. 中柱 中柱鞘處於內皮層的內周，成為中柱的外圍組織。根內木質部與韌皮部是相互而生，叫做間隔排列。中柱的式樣僅僅是原生中柱，沒有其他式樣。而木質部的分化一概是外始式。其原生木質部的多少，很不一致，有單原型、二原型、三原型、四原型等等。

乙 次生構造 蕨類的根部很少發生次生組織，有這種組織的僅僅是陰地蕨屬、七指蕨屬、山馬蹄屬(*Angiopteris*)、觀音座蓮屬(*Marattia*)等。在這幾屬蕨類的根部，其皮層的外周有木栓形成層。至於次生維管組織，除少數古代蕨類而外，很少有發生的。

叶的解剖

甲 初生构造 1. 表皮层 蕨类植物的叶, 无论大小, 都有表皮层、叶肉与维管束(叶脉)三部分。叶的表皮组织与茎内相仿佛, 它和皮层的分别比较明显。叶片两面的表皮或相类似, 或有不同。气孔通常在叶的上、下2面都有发生, 也有发生于胞间隙的。除气孔而外, 另外发生毛、刺、蜜腺、排水器等构造。 2. 叶肉 叶内通常有叶肉, 叶肉通常分布生长在中脉附近, 但偶有达不到叶缘或某一部分的。叶肉细胞通常没有什么分化, 但也有分作栅栏组织与海绵组织的。叶肉中常具有气隙或气室, 也竟有具气道或胶质管以及其他特殊细胞或构造的。 3. 中柱 蕨叶的中柱或有或无。通常单叶具单中柱, 而对分叉的叶则具中柱2条。中柱的外周具有内皮层及中柱鞘。也有无鞘的。韧皮组织有围绕木质组织而生长的, 但通常生于木质部的下方。也有韧皮部的分化限于叶的基部, 而木质部单独分化达到尖端的。小叶蕨类, 其叶片既小, 而维管束又更细微, 因此, 原生木质部与后生木质部的分化, 很难辨别。根据书籍所载, 蕨叶木质部的分化虽有外始、中始、内始3式的不同, 而实际上在此纤小叶脉中能够或不能分辨, 无关重要。而大叶蕨类的叶脉构造与分布是很繁复的。有的因叶片退化而退化。也有的生长密接, 彼此不分。而初生、后生木质部与韧皮部的分化, 有些是很明显可观的。

乙 次生构造 叶部通常没有次生组织, 但也偶有发生的。阴地蕨叶柄的基部, 具木栓组织。山马蹄等则发育木栓与皮孔。

孢子囊

蕨类植物孢子囊外形各异, 有圆球、肾脏、囊袋等各种样式。通常膨凸高举生长于孢子体之上, 罕有下陷其中的。减数分裂在其中进行, 结果, 囊中产生孢子。孢子囊生在枝子的顶端(裸蕨纲)或是叶的边缘与背部及面部。在小型叶类各科、属中, 子囊通常近轴而生于叶片上面。在大型叶类则生于叶的边缘或远轴而生于叶片下面。 孢子囊的形成 蕨类因孢子囊构造与形成的不同, 而分成厚囊(例如, *Eusporangiales*)与薄囊(例如, *Leptosporangiales*)2类, 前者囊壳具有细胞多层, 后者仅具1层。发育之前, 2类的原始细胞都没有什么不同。厚囊的第1次分裂是横断分裂, 将原始细胞横分成上、下2枚, 在上面的是初生囊壳细胞, 在下面的是孢原。初生囊壳细胞横断或垂周分裂多次, 成子囊壳多层(石松)或一层(紫萁)。孢原分裂多次, 成为孢母细胞, 行减数分裂后, 成为四分孢子, 最后分散成孢子。薄囊蕨孢子囊的原始细胞最初也行横断分裂, 成为上、下2枚细胞。在下面的是杆细胞, 由此, 可能再行横分几次, 日后成为孢子囊的杆。上细胞行鱼鳞式的斜分数次, 结果分成1枚生长在顶端的倒金字塔形具有四平面的细胞, 由此横断分裂成上、下2枚, 在上面的叫做外细胞, 日久分化成子囊壳。在下面的叫做内细胞, 即孢原, 日后分

化成产孢組織，而最終成为孢子(海金砂科)。絨毡层 紧贴子囊壳內周的組織，叫做絨毡組織。此組織并不产生孢子，而是不育組織。柱体及隔片 在孢子囊中，除产生孢子的細胞外，也有发生其他不育組織的，譬如：隔片(水韭)，中央短柱(杭尼蕨 *Hornea*)及孢子原下垫(石松)等。环带 子囊壳的細胞，有的細胞壁特別加厚，这些細胞就成了特殊的构造，叫做环带。孢子囊的开裂常常依賴此种构造。环带的有无及其式样如何，与生长的位置等等，都各因科、属、种、类而有分別。山馬蹄属(*Angiopteris*)及小叶蕨类的孢子囊都沒有环带。紫萁属(*Osmunda*)的孢子囊沒有杆，具环带而不很发达。海金沙属(*Lygodium*)的孢子囊也沒有杆，而环带只生于子囊的頂端。芒萁属(*Dicranopteris*)的孢子囊也沒有杆，而环带发达成一完全的圈带，橫繞于子囊的中腰。蕨属(*Pteridium*)与鉄綫蕨属(*Adiantum*)等的子囊具有长杆，而环带縱繞全囊。此外，我国特有的瘤足蕨属(*Plagiogyria*)其子囊及环带的构造，与其他水龙骨科(*Polypodiaceae*)蕨类虽然相同，但其縱繞的环带到了子囊的底部，常常略偏斜而不与子囊杆相接触。子囊群 眞蕨每一片孢子叶所产生的子囊为数繁多，通常每几个子囊自成一群，生在一处的子囊，叫做子囊群。如果，外表是1个单独的子囊，而內部分为几室的，則叫做聚合囊。孢子的体型 蕨类除产生同型孢子的之外，也有的在同一植物产生大小不同的孢子，象：卷柏属(*Selaginella*)、水韭属(*Isoetes*)、苹属(*Marsilea*)等都是。大孢子产生于大孢子囊中，雌配子体由此发育。小孢子产生于小孢子囊中，雄配子体由此发育。大、小孢子囊的体积有別(滿江紅等)或无別(卷柏)，而孢子的体积与产量則必有不同。小孢子体积必定較大孢子小，而其产量必定較多些。

蕨类植物的分类

近30年来，蕨类化石的发现日益增多。蕨类与其他植物的关系，漸趋明确。以前认为不相連續的种子植物，已与蕨类成为不可分离的1群。所以，全部維管植物可以分作下列3群：

〔一〕(1)松叶兰植物群(*Psilopsida*)，內分石松(*Lycopodiales*)、卷柏(*Selaginellales*)、鳞木(*Lepidodendrales*)、普罗洛米亚(*Pleuromeiales*)、水韭(*Isoetales*)5目。(2)楔叶植物群(*Sphenopsida*)，內分哈尼蕨(*Hyeniales*)、楔木(*Sphenophyllales*)、木賊(*Equisetales*)諸目。(3)蕨类植物群(*Pteropsida*)，內分眞蕨类植物(*Filicinae*)、裸子植物(*Gymnospermae*)与被子植物(*Angiospermae*)。〔二〕也有的主張暂时仍旧保存蕨类与种子植物，而将以前所举的分为裸蕨(*Psilophytinae*)、石松(*Lycopodiinae*)、木賊(*Equisetinae*)、眞蕨(*Filicinae*)4綱。〔三〕更有的分为裸蕨、石松、松叶兰(*Psilotinae*)、关节(*Articulatae*)、眞蕨5綱。〔四〕此外还有人依叶形的大小，先分为2大类，然后再分綱、目。〔五〕关于現代眞蕨的分类，意見紛紜，系統繁多：(1)有些人主張分眞蕨为厚囊蕨及薄囊蕨2亚綱(*Eusporangiatae*, *Leptosporangiatae*)，属于前亚綱的有瓶尔小草(*Ophioglossales*)及观音座蓮(*Marattiales*)2目，属于后亚綱的有眞蕨(*Eufilicales*)，槐叶苹(*Salviniales*)2目[Verdoorn b 1938]。(2)也有人将眞蕨作为綱而分瓶尔小草、观音座蓮与眞蕨3目[秦 a 1940]。(3)另外有的将以前的人认为属于水龙骨科(*Polypodiaceae*)的一些蕨类，分

作 33 科[秦 a 1940]。(4)此外有以孢子的同型或异型与植物的水生或陆生,用作分类的标准,但最近也逐渐有人主張不如此分的[Eames a 1936, Verdoorn b 1938]。

第二章 石松綱(LYCOPODIIINAE)

本綱特征 本綱植物的孢子植物体具根、莖、叶的分化。叶是小型的单叶，螺旋状生长在枝、莖上，无叶柄，通常仅具1条中脉。中柱的构造有原始、管状、网状、分体等式。孢子囊单生于叶的上面，是近軸的。

石松目(LYCOPODIALES)

本目特征 石松目植物一概具有小型叶片，是小叶蕨类。有叶舌或没有。莖通常分枝，直立或匍匐，孢子囊靠近叶的基部，近軸生长。营养叶及孢子叶的构造没有什么分别。孢子囊单生，具壳細胞数层，是厚囊式的。配子体的体积微小，成块状，或在孢子之内发育。本目植物有按叶舌的有无，而分为无叶舌、孢子同型(Eligulatae, Homosporeae)亚目，及有叶舌、孢子异型(Ligulatae, Heterosporeae)亚目。

无叶舌(孢子同型)亚目

石松属(*Lycopodium*)

孢子体 莖 石松属植物都是多年生草本，莖細长，成二叉分枝式，直立、半直立或匍匐生长，也有成地下莖、纏繞他物或附于高树枝干垂悬而生长的。叶 莖上密生小型单叶。叶披針形，无叶柄，有中脉而长度达不到叶的尖端，具锯齿，作螺旋、輪状、相对或不規則的排列。

孢子囊 孢子囊肾脏形，单独生长于孢子叶上面的叶腋中。凡生于叶上面的孢子囊，都称为近軸子囊(图 162. A—B)。孢子叶 孢子叶与叶的外形相同或不同。各种石松孢子叶的分化，各有不同。有全部叶片都是孢子叶的(长叶石松 *L. pithyoides*)，或叶与孢子叶分段間隔而生的(蛇足草 *L. serratum*)，也有孢子叶仅生于枝端的(湿地杉兰 *L. inundatum*)，更有孢子叶相当特化而集生成棒状的孢子叶球的(石松 *L. clavatum*)。而最进化的則是扁叶石松(*L. complanatum*)，其孢子叶球下部的莖，竟特化为細长的孢子叶球梗。梗部的叶都特化成为稀疏小型的苞片(图 162. C—G)。根 石松的主根不很发达，当幼苗能独立生活后，即多死亡，而普通所見生长于枝、莖下面的，都是不定根。不定根单生或丛生，成明显的二叉分枝式或不成二叉分枝式，根有根冠。而陆生的，根毛很发达。

内部构造 (1)莖 分生細胞 莖的尖端具有丛生的分生細胞几枚。凡表皮、皮层与中柱都是由这些細胞形成的。而这3种組織在石松莖中，都分化明显。表皮层 表皮层含1层細胞，具有气孔。皮层 各种石松皮层的厚薄不很相同。細胞的构造也不一致。有的是永远柔軟的

薄壁組織。也有的分为內、外2层,而分化成薄壁与厚壁两种組織。此外,还有全部細胞硬化,成为厚壁組織的。 叶迹 在皮层之内,常有叶迹,由皮层斜出分化,而达于叶內。 內皮层 內皮层处在皮层的內周,其細胞具有加厚的凱氏带。 中柱 中柱鞘在內皮层的內周,通常含細胞3—6层。在它以内的是維管組織。幼莖的中心无髓,一概都是原生中柱,而木質部的形成則

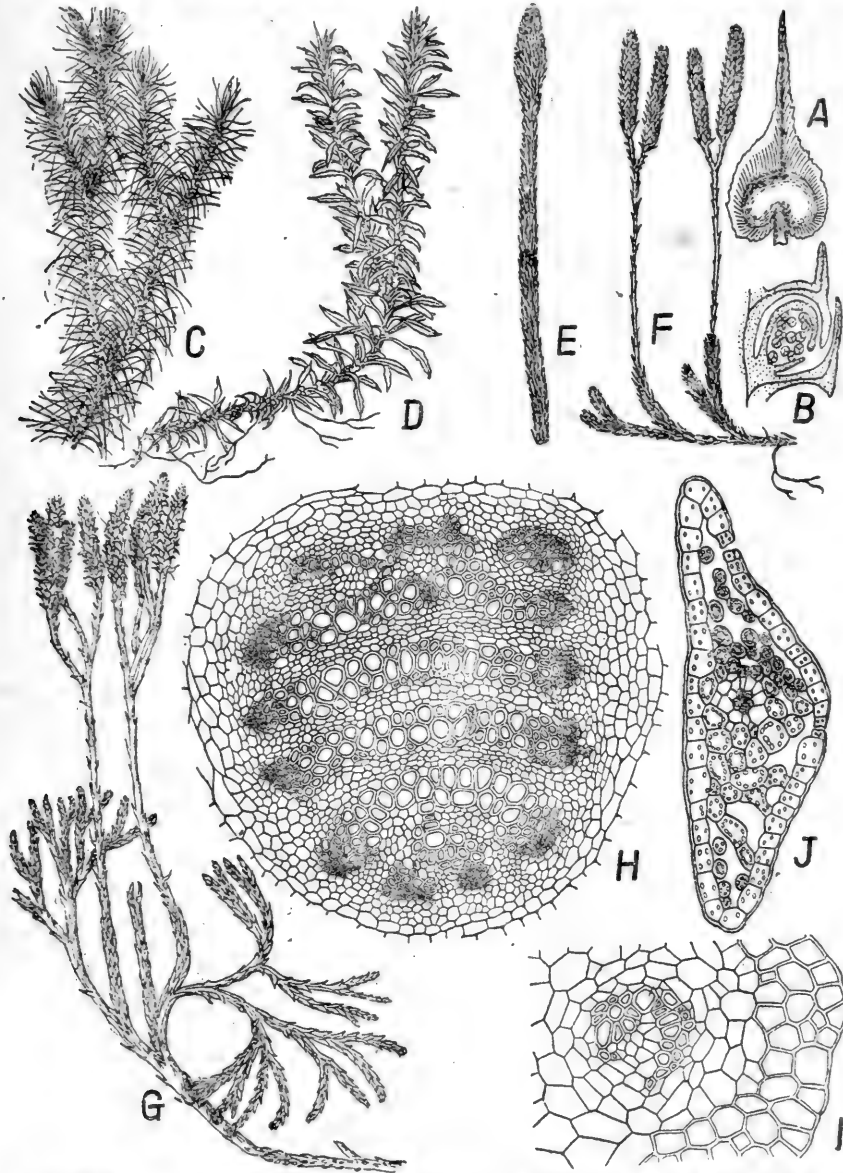


图 162. 石松及其解剖: A. 石松(*Lycopodium clavatum*)的孢子叶与近轴生长的孢子囊; B. 石松孢子叶球一部分的纵剖面,表示:孢子叶、孢子囊与轴的关系; C. 长叶石松(*L. pithyoides*); D. 蛇足草(*L. serratum*); E. 湿地杉兰(*L. inundatum*); F. 石松(*L. clavatum*); G. 扁叶石松(*L. complanatum*)的写生图; H. 扁叶石松茎之横断面,表示:组织中心柱内部原生及后生木质部与韧皮部的生长与构造; I. 蛇足草根的横断面,表示:单原型的中柱构造; J. 石松的一种(*L. volubile*)叶的横剖面,表示:中柱、叶肉、表皮组织、气孔及叶绿体等。(A. 自 Strausburger 临 Shenck, B. 实物抽象图, C. 临 Coulter, D—G. 实物写生, H. 临石蜡切片, I—J. 临 Smith)

是外始式。原生木質部通常成 2—4 丛，但也有更多的。韌皮部与木質部相互間隔而生，成間隔排列。介乎韌皮部与木質部之間，有一狹层薄壁組織。此种中柱的构造，学者認為是最下等而原始的。石松幼莖的构造虽如上所述，但成长的石松其莖部的构造，則各依种类而有不同。有始終是原生中柱的，也有木質部自下而上，漸行分裂成为离散的編織中柱（也叫做分体中柱）。而韌皮部的組織，分开离散，夹杂混处于各个木質部之間。石松的木質細胞一概为两端尖斜的管胞。其后生木質細胞具梯形加厚的花紋。韌皮組織中有篩胞与薄壁細胞，篩胞的构造非常简单，是延长的細胞，不过两端略为尖斜而已，篩板散生于側壁上，不象高等植物那样，集中生长在一定的部分（图 162. II）

(2) 根 石松根的构造与高等植物相同，也分化成表皮层、皮层以及中柱。据說（Land），也有根冠及根冠原。老根在外周的皮层細胞通常硬化，成为厚壁組織。中柱是原生中柱。木質部的形成是外始式。原生木質部丛多少不一，由单原型到六原型都有。石松的二原型的构造，与其他植物的不同，它的木質部长成一开口的管柱，而在口的两边各有原生木質部一丛，其余部分則是后生木質部（图 162. I）。其韌皮組織仅有一丛，而居于木質部的中央。

(3) 叶 叶原基一概由 1 枚莖的表皮細胞分化而成。幼苗的第 1 个叶片通常没有什么分化，且无叶脉。从第 2 个叶片起，开始发生中脉。脉不分枝，是原生中柱的构造。皮层发达或不发达。叶肉没有什么分化。細胞成多角形，无胞間隙，或成圓形而有胞間隙。表皮层发达，气孔生于一面或两面（图 162. J）。

孢子囊 当孢子叶的細胞在幼小之时，孢子囊即行发育。孢子囊发育之初，孢子叶上面靠近基部，而成一行排列的表皮細胞 3—7 枚，依孢子叶表皮表面，行平周分裂，分成上、下 2 层。下层是日后孢子囊杆及孢子囊基部的母細胞，上层是导源孢子囊的細胞。上层再行平周分裂成为內、外 2 层，外层是孢子囊壳原始細胞，內层是孢原細胞。孢子囊壳原始細胞繼續进行平周及輻射分裂，最后成为几层細胞。在外周的是子囊壳，最內的是絨毡层。絨毡細胞含有丰富的原生质，且常有多核現象。孢原經過多次分裂，成为孢母細胞，然后进行减数分裂而成为四分孢子，最后分散成孢子。孢子具四面。基部成球形或半球形，其余三面都成平面。孢子很小，直徑大概不过 0.03 毫米而已，色澤很淡，孢壁甚薄，光滑或具紋孔，也有具六角或网状加厚的。孢子壁上有隆起的脊，脊三叉分，孢子的三平面由此分隔。孢子含有少量叶綠素（图 163. A—D）。

配子体 石松的孢子謝落后，有的在几天之內即行萌发，也有的延緩 3—8 年之久，方始萌发。由孢子萌发，到其成熟而发生繁殖器官，時間少的需要 8 个月，多的要 6—15 年。配子体生长的快慢与生理情况多少有些关系，能行光合作用的較快，其无色腐生的非常迟緩。孢子萌发之时，原生质体膨脹，外壁依脊綫而裂开。內壁由裂口向外鼓凸，孢子的原生质体先行分裂成为 2 枚細胞，其中接近孢子底部的比較小的 1 枚是假根細胞。假根細胞不久退化成为 1 枚空細胞。另 1 枚細胞分裂成为 2 枚，1 枚与假根細胞邻接的叫做基部細胞。另 1 枚是配子体的分生細胞。由分生細胞繼續不断地分裂，便成为配子植物体。石松的配子植物体也称为原叶体。当配子体分裂到 5 枚細胞时，与它共生的菌类，开始侵入基部細胞中。配子体細胞受其刺激，才能繼續分裂生长。成长的配子体，有的形状类似胡蘿卜而上部具分裂的冠部。也有的全体下部尖細、上部平闊，而具向上卷曲的边緣，如一盘形。不論配子体的形状如何，有性繁殖器官都生长在它的上部

(图 163. E—I)。雄配子器 石松的雌、雄配子器同体而生，都生在冠部。雄配子器通常先行发育，而雌配子器則較迟緩。发育的次序是从冠的中央开始而漸及于边缘。在无色而腐生的种类中，雌、雄配子器則混合生长，雄配子器下陷于配子器的組織中或稍隆起。其体积的大小和产量的多少，虽在同一植物上，但也并不一致。雄配子器发育之时，原叶体冠部上面表皮細胞的生长特別迅速，此生长迅速的細胞，就是雄配子器原始細胞，或简称雄配子器原。雄配子器原的第一次分裂是平周分裂。結果分成內、外 2 枚細胞。外細胞是雄配子器壳的原始細胞，由此分裂成为单层多細胞的壳。內細胞是雄配子細胞的原始細胞，由此縱橫分裂成为 1 团四方形的雄配子母細胞，由此产生雄配子。雄配子头尖，尾鈍，前端有纤毛。纤毛通常是 2 根，少有 3 根的(图 163. J—N)。雌配子器 雌配子器除頸而外，全体下陷于配子体的組織中。生长在地下配子体上的，是細長管筒状而具有长頸的。但生长在地上配子体上的，則体形較短。無論器的长短，其底部都有 1 枚雌配子細胞，在雌配子的上方則有 1 枚腹沟細胞，再上則是頸沟細胞。頸沟細胞的数目每因器的长短而有不同，在长頸的器中通常是 6 枚或較多，但也有多至 10—13 枚的。在短頸的器中，則通常只有 1 枚而已。雌配子器发育时，最初分裂的步驟与雄配子器相同。也由配子体的表皮細胞膨大，成为原始細胞，它的第一次分裂，也是平周分裂，分成內、外 2 枚細胞。外細胞是頸的原始細胞，由此分裂数次，成为几层頸細胞，每层含細胞 4—6 枚。內細胞先行平裂，成为上、下 2 枚細胞，在上面的叫做中央細胞，在下面的叫做基部細胞。基部細胞分裂后，成为器的底細胞。中央細胞自行平裂，成为原始頸沟細胞与原始腹沟細胞。前者居于上，而后者居于下。頸沟細胞由原始頸沟細胞分化而来。而雌配子与腹沟細胞則都是原始腹沟細胞所分化成的(图 163. O—Q)。

胚胎 石松的雌、雄配子怎样交配，尚无記載。关于胚胎的发育，往往因配子体的生态状况而有不同。茲将地下配子体与地上配子体的胚胎发育情形，分別叙述于后：(1) 地下配子体的胚胎发育时，先由接合子，依雌配子器的縱切綫作橫断分裂，成上、下 2 枚細胞。靠近雌配子器頸部的是上細胞，上細胞分化成胚的柄，称为胚柄。胚柄細胞分裂或不再分裂，通常延长少許而略将胚胎送进配子体的組織中。在下面而近于器底的另 1 枚細胞，則称为下細胞，幼胚第二次的分裂就在下細胞中进行。第二次的分裂是縱裂，与第一次的分裂恰成直角，此时，幼胚共有 3 枚細胞。幼胚的第三次分裂仍然是縱裂，但与第二次的分裂恰成十字形，幼胚至此共含 5 枚細胞。第四次的分裂則是橫裂，幼胚經四次分裂后，共得 9 枚細胞，此时胚胎本身含 8 枚細胞，而这 8 枚細胞与日后幼植物的器官都有一定的关系。在这 8 枚細胞的上方而接近胚柄的 4 枚細胞，日后分化成足，叫做基足。基足伸长，进到配子組織中，有吸收和固定的作用。在下面的 4 枚中，靠在一边的 2 枚分化成莖，另外 2 枚分化成叶。而根則为日后所分化出来的，是由发生叶的組織形成的，而并不是直接由这 8 枚細胞发生出来的。如上所述，这是地下生长的配子体发育幼苗的步驟。(2) 地上配子体的胚胎发育步驟，与上述情形略有不同，当幼胚分裂成为 8 枚細胞时，在上方的 4 枚細胞中，仅有 2 枚分化成基足，另 2 枚細胞分裂成为球状体，这种球状体叫做原球。原球的上部发生筒形綠色的叶状物(也叫做原叶)。幼莖由各叶状构造的中央或旁側生出(图 163. R—V)。

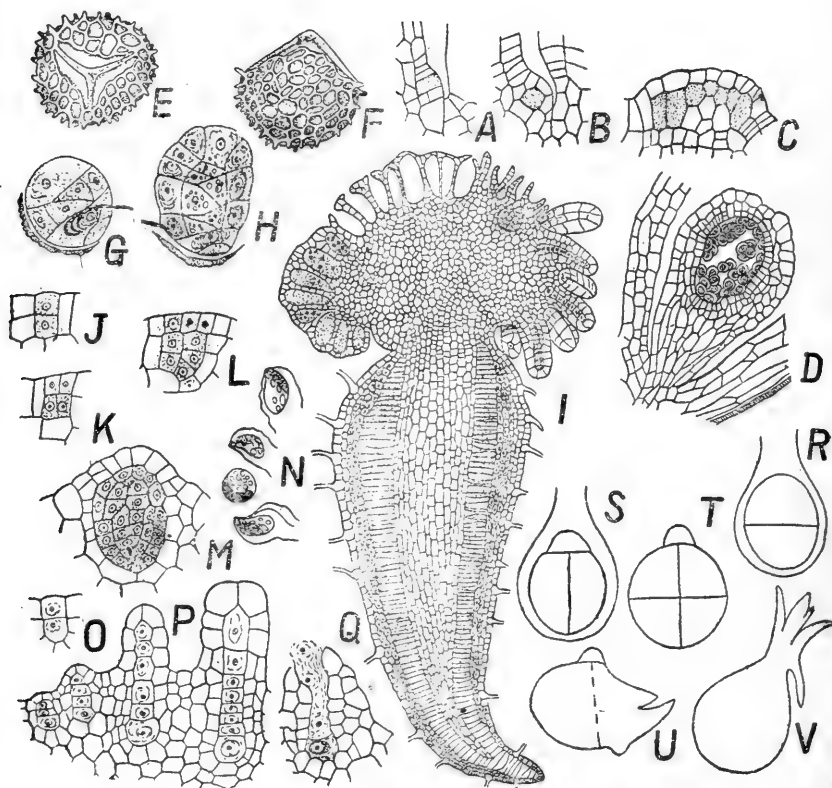


图 163. 石松的配子体及胚胎: A—D. 小杉兰 (*L. selago*) 孢子囊的发育; A. 子囊原始细胞开始由于叶面部发育(加点的就是子囊原始细胞); B. 子囊原始细胞平周分裂为壁细胞与孢原(加点的); C. 幼嫩子囊的纵剖面; D. 较老的子囊, 表示: 孢母细胞分散的状况, 子囊壳最内的一层即绒毛层。E 和 F. 石松和扁叶石松的孢子图; G—H. 孢子的萌发, 表示: 内生菌类正由体外向內侵入原叶体细胞; G. 扁叶石松; H. *L. annotinum*; I. 扁叶石松成长原叶体的纵剖面; J—N. 扁叶石松雄配子器发育的步骤及其雄配子; O—Q. 扁叶石松雌配子器发育的步骤; R—V. 生长于地下的原叶体与其胚胎发育的步骤; R. 2 细胞时期; S. 3 细胞时期; T. 9 细胞时期; U. 多细胞的胚胎; V. 较老的胚胎。(A—D. 临 Bower, E—F. 自 Eames 临 Pritzel, G—Q. 临 Bruchmann, R—V. 临 Eames)。

生长环境 石松产生于山野树林中, 我国南方各地都有分布。常见的有石松 (*L. clavatum*)、扁叶石松 (*L. complanatum*)、小杉兰 (*L. selago*)、蛇足草 (*L. serratum*)、垂悬石松 (*L. carinatum*) 等。石松的植物体除作为草药以外, 没有什么用途。但它的孢子则用途很广, 在工业上称为石松粉的就是。为绝缘、翻砂和照明弹中必需之物。

舌叶蕨属 (*Phylloglossum*)

孢子体 茎 舌叶蕨的孢子植物体很矮小, 全体的高度不过 2—3 厘米而已。植物体的基部有 1 个卵状的肉质球块, 叫做原球。叶 细长的叶数条, 轮生于原球上, 叫做原叶。根 根也是从球的上方靠近原叶基部之处发生的。根的数目是 1—3 条。根不发生旁根, 且其维管束常常与叶脉相通连。孢子叶球 由原叶的中央向上发生直立的杆是子叶球梗, 梗的顶端生长子叶球。孢子叶 孢子叶同穗式, 黄色, 短而阔, 其上生长肾状的孢子囊。孢子叶在球的下层的

沒有柄，其孢子囊則具短柄，是近軸而腋生的。在球中部的孢子葉則具短柄，而孢子囊反而沒有柄。且由球梗生出，這樣的孢子囊叫做莖源孢子囊。孢子囊的排列是每3個葉成1輪，但在球上端的則沒有什麼次序。孢子囊 孢子囊黃色，1室，子囊壳含細胞2—3層，成熟時成直縫開裂。孢子 孢子黃色，具四面。上三面平而底面凸出，成半球形，具有網狀花紋(圖164. A—C)。

內部構造 莖 原球基部的維管組織極不發達。基部之上，則分化成雙韌管狀中柱，及至子葉球梗的基部，通常成為管狀中柱，因後生木質部圍繞原生木質部而分化。根 根的構造非常簡單，中柱是單原型或二原型。原球的分生細胞生于球的上部頂端近旁，而不生在球的基部(圖164. D—G)。

配子體 配子體大概與含有綠色的石松相似。多半成管筒狀，長約2—6毫米，其上有不規則的冠部，冠生于地面上，綠色。地下部分有內生菌類和它共生。配子器 雌、雄配子器同生冠部，它們都和石松相類似。雄配子如何，還未發現。

胚胎 此植物的胚胎，也與綠色配子體的石松相類似。基足留于配子器的地位。其葉與莖的尖端向下斜長，由原葉體之旁穿出。此時，胚胎的形狀很象一個筒，其後，筒的上部分化成原葉，原葉也有維管束的分化，下部膨大成球，就是原球(圖164. H)。

生長地區 此植物的產生地區限于澳洲西南部、塔斯馬尼亞及新西蘭。

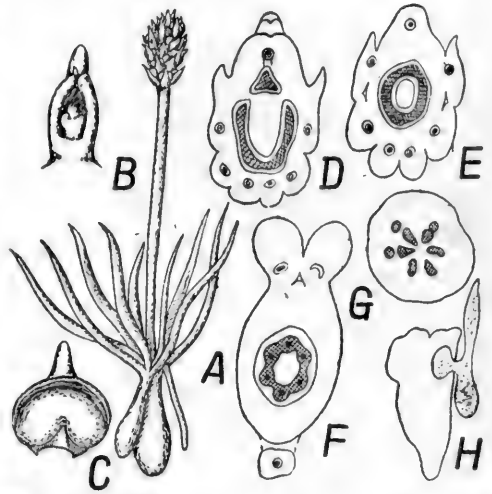


圖164. 舌葉蕨(*Phylloglossum drummondii*): A. 外形，表示：基部的原球、細長的根、向上生長的葉，最上面的是子葉球；B. 球莖萌發的尖端部分，表示：外周的幼葉，內部的幼嫩子葉球；C. 孢子葉及子囊；D—G. 植物體橫切面，D. 原球頂端部分，表示：中柱外周的一些葉迹與1個三角形大型的幼原球迹及枝隙；E. 較D略高的部分；F. 子葉球梗的基部；G. 子葉球梗部分；H. 原葉體縱切面，表示：正在發育的幼孢子體（加點）。(A—C自Bower 臨 Engler及Prantl, D—F自Eames 臨 Bertrand, H. 臨 Eames)

有葉舌(孢子異型)亞目

卷柏屬(*Selaginella*)

孢子體 卷柏的孢子植物體是草本，具根、莖、葉的分化。莖 莖匍匐、直立或是攀緣，通常纖小。葉型小，單生，鱗片狀，從圓形或卵形到尖長，成螺旋狀或交叉繞生在莖的周圍，在匍匐種類中，則多作四行排列，在上方的兩行較小，在下方的較大。葉腋生長小片，叫做葉舌。匍匐莖多具根托，由莖的分枝處發出而向地生長，不定根由根托的尖端生出。根 根與石松相似，其初生根不久即行枯萎，而日後的根都是莖的下面或根托尖端所發生的不定根。根一概是二分叉。

孢子囊 孢子囊通常腎臟形或倒卵圓形，少有扁平的，具短柄。孢子囊有大、小之分。大孢子囊的外形通常較大，綠色或白色，內有黃色、橙黃或石灰色的大孢子。小孢子囊的壳很薄，因小孢

子成熟時是紅、黃或棕褐色的，因此孢子囊也現色素。無論大、小孢子囊都是近軸生長于孢子葉上面，且居于葉的基部，而在葉舌之後。孢子葉 孢子葉通常較營養葉小，而二者沒有什麼差異，密集生長于枝的尖端，或1個四角形棒狀孢子葉球。生長大孢子囊的孢子葉，叫做大孢子葉。生小孢子囊的，叫做小孢子葉。卷柏的大、小孢子葉同株同球，或異株而生，也有與營養葉相間隔而散生，不成球狀的。如果是同球而生的，則又有大的在後，小的居前。也有整個孢子葉球只最後生長1片大孢子葉，而其餘全屬小孢子葉的。此外，又有由下而上，大、小孢子葉分開生長各成兩行的(圖 165. A)。

內部構造 (1)莖 分生細胞 卷柏莖端具有1或多枚分生細胞，凡莖部組織都由此分化而成。表皮層及皮層 表皮及皮層組織由1枚細胞分化而成，因此，它們實屬同源。表皮組織含1層細胞，無氣孔。皮層組織含幾層細胞，細胞通常是多角形或圓形的薄壁細胞，其在外周的可能成厚壁細胞，凡是多角形細胞就沒有胞間隙，圓形的才有。中柱 中柱也是由1枚單獨的細胞分化而成，與表皮及皮層雖同為頂細胞所分化，但並不同源。中柱的構造從原生中柱到管狀中柱都有。木質部的發育一概是外始式。木質部是管胞所構成，但也有的具類似導管的木質組織。韌皮部的構造與石松完全相同。內皮層 卷柏的內皮層非常特別，皮層與中柱之間常有空隙，而內皮細胞自行分斷成輻射排列，連接在皮層與中柱之間，因為它與其他植物不同，所以有橫條的名稱。中柱鞘 居于內皮層內周的組織，叫做中柱鞘。卷柏的中柱鞘通常只有單層細胞而已(圖 165. B)。(2)根 卷柏的根都很纖細。中柱很小。具木質與韌皮組織各1叢，是單原型。根托 根托究竟是那一種器官，每人所說不同。因為它向地生長，無葉片，而認為它是根，且其地下部分的構造和根相類似。不過，它既無根毛，又缺根冠，並且和莖一樣是外生發育的。而構造方面，地上部分的根托是一種特化的莖，因此，也可以承認它是莖。此外，還有人認為根托是一種特殊的器官。根托的尖端向地生長，由此發育真根。但根托也可因環境的變更，而生長成為平常的莖。(3)葉 葉的雛體稱葉原基，卷柏的葉原基發生于莖尖附近，基原始細胞似乎由1枚表皮細胞分裂而成。當葉原基發育時，葉脈隨着分化，卷柏葉片只有1條中脈，其分布自葉的基部直達尖端。葉脈在莖內與中柱連接的部分則稱為葉迹。卷柏葉的外周具1層表皮組織，氣孔生于一面或兩面。葉內細胞也有的分化成為柵欄與海綿兩種組織。葉肉細胞彼此離開，形成氣隙。細胞中含有1個或幾個大型的杯狀葉綠體。葉綠體之中，有梭形淀粉核狀體。除卷柏而外，其他植物含此特殊構造的，僅僅水韭與角苔目苔類而已。葉舌 葉舌是1個特殊的器官，其構造成舌狀或扇狀的小薄片，近軸而生于葉的基部，其發育與成熟都比葉片早。孢子葉

無論大、小孢子葉，其構造都與營養葉沒有什麼不同，也有葉舌，不過在葉舌的後面生孢子囊而已。孢子囊 孢子囊具原始細胞數枚，發生于孢子葉腋以上的莖部。當孢子葉向外擴張伸長時，在基部的孢子囊原始細胞團也隨着葉的伸長而被拉向外面，最後成為生長在孢子葉基部的近軸孢子囊。因此，孢子囊的來源是莖而不是葉，所以叫做莖源孢子囊。卷柏孢子囊的發育，是厚囊式，即孢子囊原始細胞初次的分裂是平周分裂，由1枚細胞分裂成上、下2枚。以後，上細胞分裂多次成為孢子囊殼，而下細胞成為孢原。孢原不斷地分裂，便成為產孢組織。卷柏孢子囊雖有大、小的分別，但其構造沒有什麼差異。孢子囊殼具細胞2層，絨氈層處殼的內周是產孢組織分化而

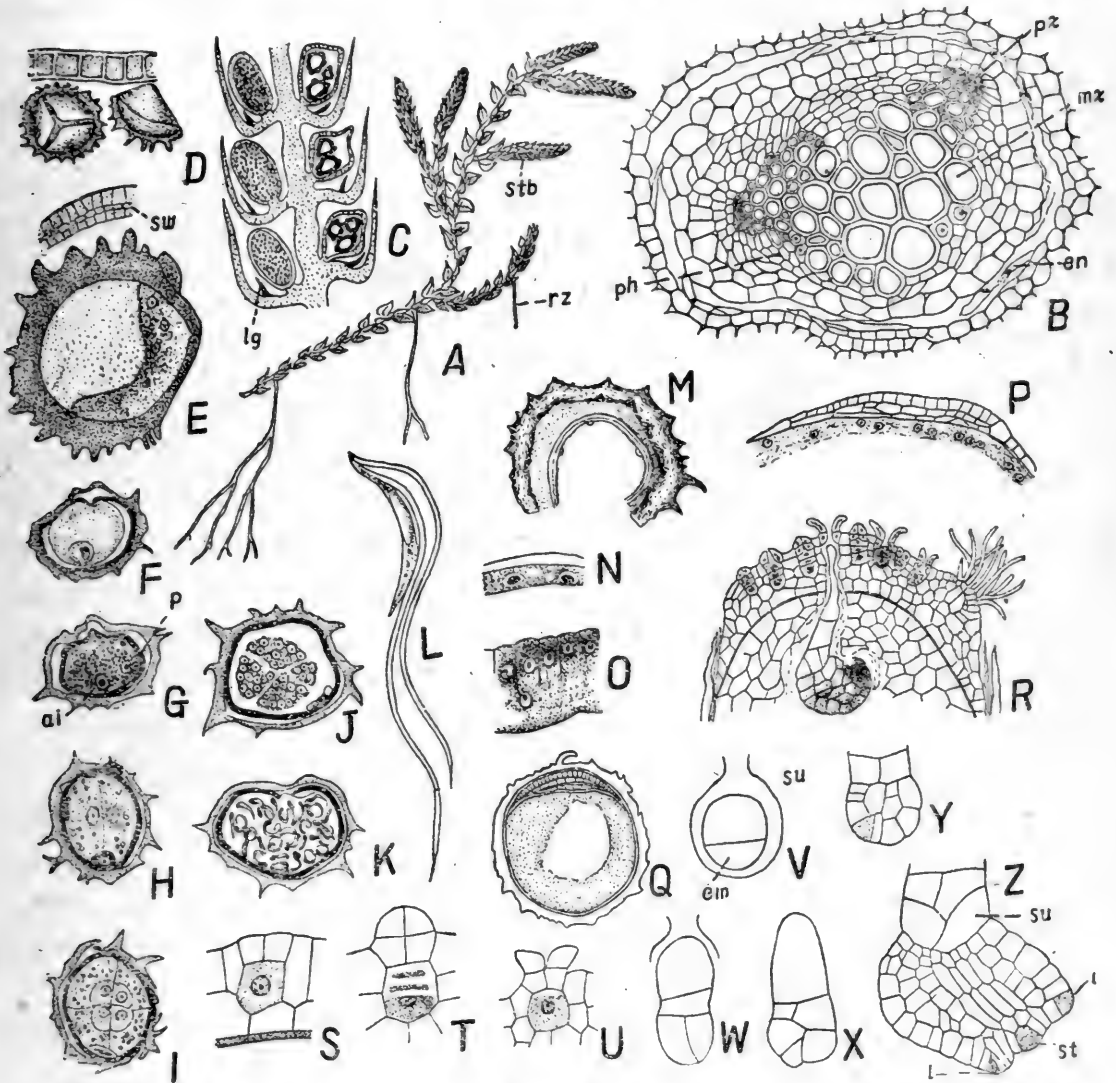


图 165. 卷柏: A. 昆明采集的卷柏的写生; B. 茎部中柱横断面, 表示外始式原生中柱的构造; C. 子叶球一段的纵切面, 表示大、小孢子囊; D. 小孢子及子囊壳; E. 大孢子及子囊壳; F'—K. 雄配子体及雄配子的发育; L. 成熟的雄配子; M—Q. 雌配子体的发育; R. 成熟的雌配子体的上部分, 表示配子组织、幼胚、雌配子器等; S—U. 雌配子器的形成; V—Z. 胚胎的形成。ai. 雄配子器原始细胞; em. 胚胎细胞; en. 内皮层; l. 叶; lg. 叶舌; mx. 后生木质部; p. 原叶细胞; ph. 鞘皮部; pr. 原生木质部; rz. 根托; stb. 子叶球; su. 胚柄; sw. 子囊壳。(A 临实物, B. 临切片, C. 临 Smith, D—E. 临切片, F'—K. 临 Stagg, L. 自 Eames 临 Dracinschi, M—Q. 临 Campbell, R. 临 Bruchmann, S—U. 临 Smith, V—Z. 临 Eames 及 Campbell)

成。产孢组织在囊的中央, 最后分裂成为孢子。孢子囊开裂时, 其上部是纵裂, 下部则不是。孢子囊因干燥而收缩, 孢子因其收缩而被弹射于外。据说, 大孢子可被弹出外 6—10 厘米, 而小孢子则是 1—2 厘米。孢子 大、小孢子在发育之初, 彼此并无不同。待产孢组织分化为孢母细胞时, 在同一孢子囊中如果孢母细胞中 80—90% 发育成四分孢子, 那末, 这些孢子结果成为多数小孢子, 其囊则称为小孢子囊。小孢子成金字塔形, 三面平而一面圆凸, 外壁较厚而内壁薄。如

果同一孢子囊中，除 1 枚孢母細胞發育外，其餘的全行退化，則結果囊中只剩孢子 4 枚。但也偶有例外的。此種孢子的體積，較小孢子大到多倍，就是大孢子。產生大孢子的囊，則稱為大孢子囊。植物的孢子具大、小不同型的現象的，稱為異孢現象。這種植物，則是具有異孢性質的植物。如果孢子是同型而並無大、小之分的，則稱同型孢子，這種現象叫做同孢現象（圖 165. C—E）。

配子體 大、小孢子分別分化成為雌、雄配子體。雌配子由雌配子體而發生。雄配子體 雄配子體的發育開始於小孢子謝落之前。當小孢子還在小孢子囊中的時候，其原生質體分裂成 2 枚大、小不同的細胞，小的叫做原葉細胞，大的是雄配子器原始細胞。原葉細胞不再分裂，也不長大。雄配子器原始細胞縱橫、彎拐分裂多次，結果成為 4 枚居于中央的細胞及在四周的雄配子器殼細胞。屬於中央的 4 枚細胞即雄配子產生細胞，由此分裂成 128 或 256 枚雄配子母細胞（精母細胞）。當雄配子器發育不久，其殼細胞逐漸退化而終至消失。殼細胞消失後，雄配子母細胞便分化成為具有 2 根長絨毛的雄配子，雄配子既成熟，小孢子由尖端處向三方面裂開後，雄配子即得外出，經游泳而達到大孢子（圖 165. F—L）。雌配子體 雌配子體也在大孢子的裡面發育。發育之初，大孢子細胞核漸漸加大。繼而，分裂成為多數游離細胞核，且發生 1 個大型的中央液泡。同時原生質在孢子尖端下面的，逐漸分化成 2, 3 層細胞。而液泡之中也漸被細胞質所充塞。不久，孢子壁向外膨脹，將其尖端向三方開裂成 1 個三叉口，配子組織便裸露於外，且漸呈綠色并向外發生假根（圖 165. M—R）。雌配子器 凡在裸露組織表面的細胞都能夠發育成雌配子器。而通常在三叉口最中央的一些細胞往往先行發育。雌配子器原始細胞發育時，先橫分成上、下 2 枚細胞，在上面的叫做初生蓋細胞，日後作十字形縱裂成 4 枚蓋細胞。在下面的是中央細胞，中央細胞再分成在上面的初生管細胞及在下方的初生腹細胞。初生管細胞成熟，成為 1 枚頸溝細胞。雌配子細胞及腹溝細胞都從初生腹細胞分化而成。雌配子器除蓋細胞而外，全部陷於配子組織中。當其成熟時，器的內部除大配子細胞之外，完全退化，成 1 團膠質，並吸收水分而起膨脹，蓋細胞因受膨脹而被推擠向外裂開（圖 165. S—U）。

交配 雄配子被引誘而進入雌配子器，和雌配子融合成為接合子。

胚胎 接合細胞第一次的分裂，常依照雌配子器頸管的直線而橫斷分裂成上、下 2 枚細胞，上細胞延長生長，日後成為胚柄，下細胞成胚細胞。胚柄細胞分裂或不分裂，也略有分裂成幾枚細胞的。胚柄通常延長得很劇烈，能將幼胚推送進入營養組織中，但也有並不分裂延長而沒有什麼作用的。胚胎細胞初時橫裂，繼而縱裂及斜裂，便成為 1 枚頂細胞與 2 枚旁側細胞。頂端細胞日後分化成莖的尖端，就是莖的分生細胞，卷柏的莖由此分化而成。旁側的 2 枚細胞是葉的分生細胞。基足居 1 張葉片之下，它的發育比較莖、葉遲一些，且不很發達。根的發育最為遲緩，當胚已長成時，才開始分化（圖 165. V—Z 及 R）。

卷柏胚胎的發育依種類而有不同，以上所述，是其中最普通的。

生長環境 卷柏科約有 600 種，分布很廣，多數生長於熱帶、亞熱帶、溫帶的陰濕地區，但也有生長於高山極能抗旱的，我國有 40 餘種分布南北各地。筆者所見在北京西郊及景山，南京紫金山，杭州西湖，江西南昌，雲南昆明，福建平和、南靖等各地，均盛產之。

水韭属(*Isoetes*)

孢子体 水韭是水生草本植物，莖很扁，其下須根丛生。叶狭长，蓮座式密集丛生于莖上，略似韭菜，每叶基部有1枚近軸而生的孢子囊。叶舌成舌状薄片，也生于叶的基部而較子囊略高，囊膜是极薄的膜层，生于叶舌与子囊之間，由上向下垂悬生长，盖蔽子囊(图 166. A—C)。孢子囊 水韭也是异孢植物，在外圍的孢子叶，通常是大孢子叶，在內部的是小孢子叶。大、小孢子叶与子囊的外形都沒有什么差异。

內部构造 莖 在莖上端的中央，常向下凹陷而四周則向上隆起，分生組織生长于莖端中央下陷的部分。成熟莖的构造是原生中柱，木質部是外始式。韧皮部很简单，沒有篩板的分化，圍繞木質部而生。再外則有形成层，水韭的形成层和其他植物的不同，它向內所分生的組織叫做棱状細胞层。棱状細胞层虽生长在次生木質部的地位，而构造完全与普通的木質組織不同，它的細胞成熟成为薄壁組織及具有梯状和网状花紋的木質厚壁組織。这两种厚薄不同的組織各自成1个区带，并互相間隔而生。形成层向外則分生新的薄壁組織，而加在皮层之內。这种新組織的所在，虽是次生韧皮部，但它的构造和一般韧皮組織完全不同。皮层生在莖的外周，最外則有栓內层、木栓形成层与木栓层。水韭的莖因上半部发生叶迹所以叫做莖，而下半部发生根迹，所以叫做“根型”(图 166. E—F)。根 根对叉分歧，尖端具分生組織，成熟部分具皮层及中柱的分化，中柱是单原型，木質、韧皮两部各生于中柱的一边。維管束的外周是內皮层，其上有凱氏加厚构造，皮层組織中往往发生大型的胞間隙。而其所在常常在韧皮部的一边。孢子叶 孢子叶的营养部分具一单独的維管束，束在叶的中央。木質部与韧皮部的排列是內外式，但在叶尖的維管束常成同心式。叶中具气室，气室縱列成行，而分居在叶脉的周圍。上、下气室之間有隔斷的組織，此組織名为隔膜組織(图 166. D)。孢子囊 不論大、小孢子囊，都橫分成多室，分隔子囊的薄壁組織叫做隔板，沿隔板及子囊壳的內周有絨毡层，孢子囊由一行原始細胞分化而成。其发育的步骤是厚囊式。子囊壳很薄，具細胞3—4层，通常透明。所以虽然从子囊的外面来观察，里面的孢子也是粒粒可見，非常清楚(图 166. B—C)。

配子体 孢子分异 大、小孢子发育的初期沒有什么不同。孢子囊原始細胞依照叶面而平周分裂，成1枚外細胞，即子囊壳原始細胞，以及1枚內細胞，即孢子原細胞。孢子原分裂多次，成为1团产孢細胞。它們发育的成为孢母細胞，而敗育的則成为隔板。如果在1个子囊中所有的孢母細胞都发育成四分孢子而分裂成孢子，那末，这些孢子都是小孢子，孢子囊就叫做小孢子囊。水韭每1个小孢子囊中产生小孢子150,000—300,000枚，但也竟有多到1,000,000枚的(图 166. G—I)。如果孢子囊中只有40—80%的产孢細胞成熟为孢母細胞，而其余的一概退化，那末，这些孢子就是大孢子，这种子囊就称为大孢子囊。每1个大孢子囊中，产生大孢子的数目仅仅50—300枚而已(图 166. R—T)。大、小孢子必须等待叶柄及孢子囊腐烂后，才能出外。雄配子体 水韭雌、雄配子体的发育也和卷柏相似，是孢內发育。当孢子出外后，萌发即行开始。当小孢子萌发时，其細胞核迁移到孢子的一端，然后分裂成大、小不同的2枚細胞，小的不再分裂，就是原叶細胞。大的叫做雄配子器原始細胞，由此分裂成为圍于四周的4枚壳細胞及1枚中央

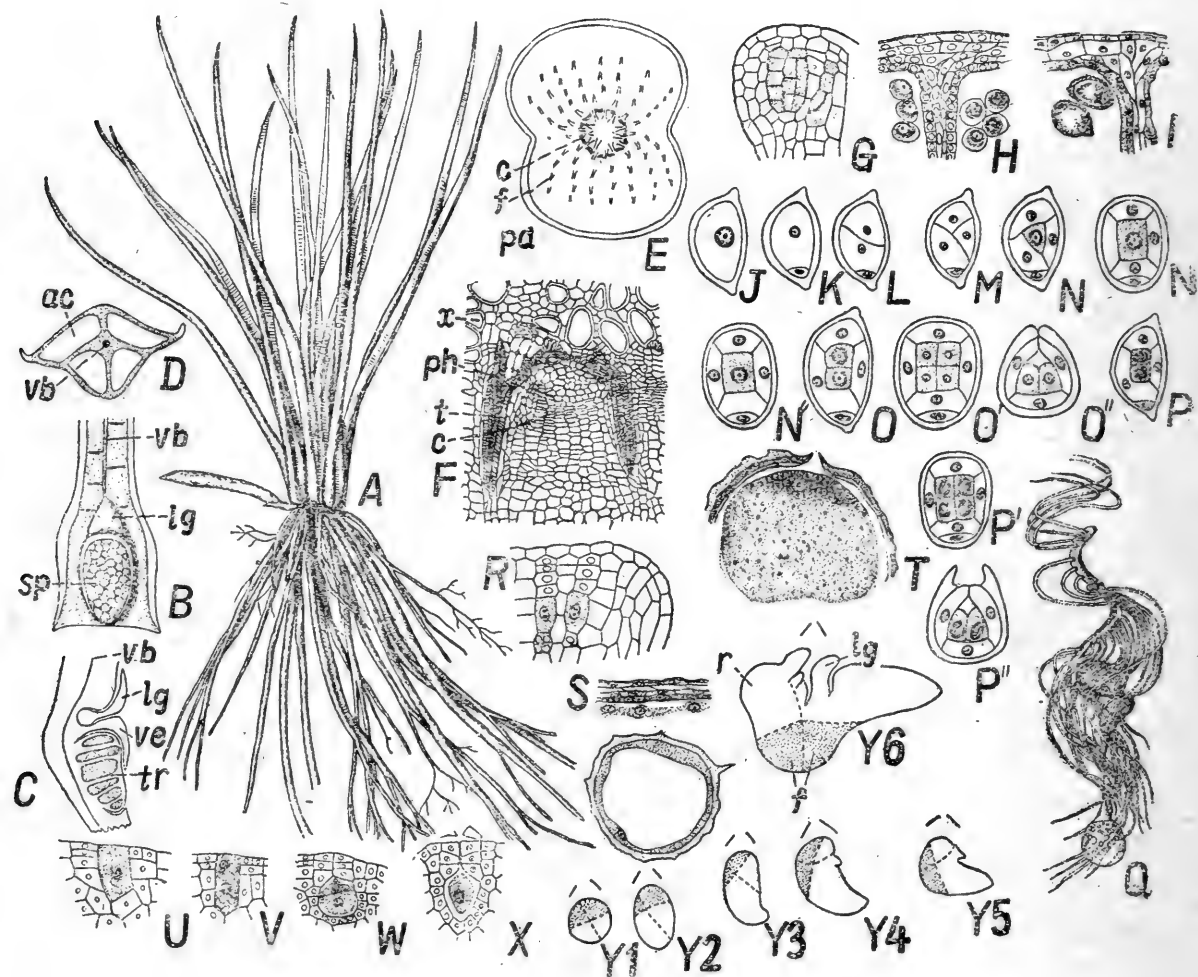


图 166. 水韭: A. 在昆明所采的水韭 (*Isoetes japonica*) 的写生图; B. 同 A 叶的基部; C. 水韭的 1 种 (*I. lacustris*), 叶的基部侧面解剖图; D. 昆明水韭叶的横断面; E. 华水韭 (*I. sinensis*) 茎的横断面略图; F. 同 E. 维管束一部分的放大; G—I. *I. lacustris* 小孢子囊的发育; G. 幼嫩小孢子囊, 加点的是产孢组织; H—I. 华水韭将成熟及已成熟的小孢子囊; J—Q. *I. lacustris* 雄配子体及雌配子体的发育; R—T. 雌配子体的发育; R. *I. lacustris* 大孢子囊的分化, 加核的是输导细胞, 加点的是大孢子产生细胞; S. 华水韭的大孢子囊及大孢子; T. *I. Braunii* 的雌配子组织; U—X. *I. Braunii* 雌配子器的发育; Y1—Y6. 水韭胚胎形成的抽象图。ac. 气室; c. 形成层; f. 胚足; lg. 叶舌; pd. 周层; r. 胚根; sp. 孢子囊; t. 迹(叶或根); tr. 隔板。(A. B. D. 实物写生; C. R. 临 Goebel; E. F. H. I. S. 临采自南京的华水韭的石蜡切片; J—P. 临 Liebig; Q. 临 Dracinschi; T. U. V. W. X. 临 Smith; Y1—Y6. 临 Eames)

细胞。中央细胞分裂成为 4 枚雄配子母细胞。每枚产生 1 枚雄配子。雄配子具很多纤毛。由小孢子壁破裂处游泳出外(图 166. J—Q)。雌配子体 大孢子的原生质体无中央液泡。细胞核分裂成为游离细胞核 30—50 枚, 然后分布于原生质体的四周, 而密集于孢子顶端附近的较多。细胞壁的组成由孢子顶端细胞核密集处开始, 而逐渐波及于全孢子。在上半部分的雌配子体细胞形体较小, 在下半部分的较大。大细胞中含贮食料较多。孢子壁被膨胀而破裂成为三叉口, 一部分的配子体便裸露于外, 其露出的部分与孢子壁成一平面, 不似卷柏的凸出。最先发育的雌配子

器由孢子裂縫三叉口的中央发生。雌配子器构造简单,下陷于配子器中,是配子体表面細胞分化而成。其原始細胞第一次的分裂是平周分裂。由此分成内、外2枚細胞。外細胞(又称为初生盖細胞或初生頸細胞),經過横断及纵裂,結果分成4层頸細胞,每层含4枚細胞。内細胞(中央細胞)分成初生沟道細胞及初生腹細胞。初生沟道細胞分化成1枚而含2核的頸細胞,少数的成为2枚細胞。雌配子及腹沟細胞各1枚,都由初生腹細胞分化而成。雌配子器成熟时,其内部細胞退化等現象都与卷柏相同(图 166. T—X)。

胚胎 水韭的胚胎无胚柄。接合子的初次分裂是依照雌配子器的頸管而横断斜裂成上、下2枚細胞,这2枚細胞发育成幼胚的自体。幼胚第二次的分裂与初次的裂縫恰成1个十字形,幼胚此时含4枚細胞。其在下方的2枚,日后分化成为基足。上方2枚中的1枚分化成为子叶,另1枚成根,而叶舌与莖則都是随后分化的,但也有人說[Eames a]水韭幼胚由横、纵分裂成4枚細胞,在上方靠近大配子器頸的2枚,日后轉移到靠近大配子器的基部,而分化成基足。原来靠近大配子器基部的2枚被轉移到上方而靠近大配子器的頸部,日后1枚发育成子叶,另1枚发育成根(图 166. Y1—Y6)。

生长环境 水韭仅有1属,約有60种。产于气候温凉地区的湖沼中,我国有2种,1种产于长江流域,另1种产于云南昆明城郊。

古石松类(FOSSIL LYCOPODS)

以上所述是近代生存石松类的形态概念,現在将古代种类略举几种,以供参考。

原生鱗木属(*Protolepidodendron*)

孢子体 原生鱗木是鱗木目中最古的植物。至今所知道的仅仅莖的印痕,而内部构造則不很詳細。**莖** 莖大概是草本,分匍匐及直立两部分。分枝可能是二叉分枝。直立的枝条高

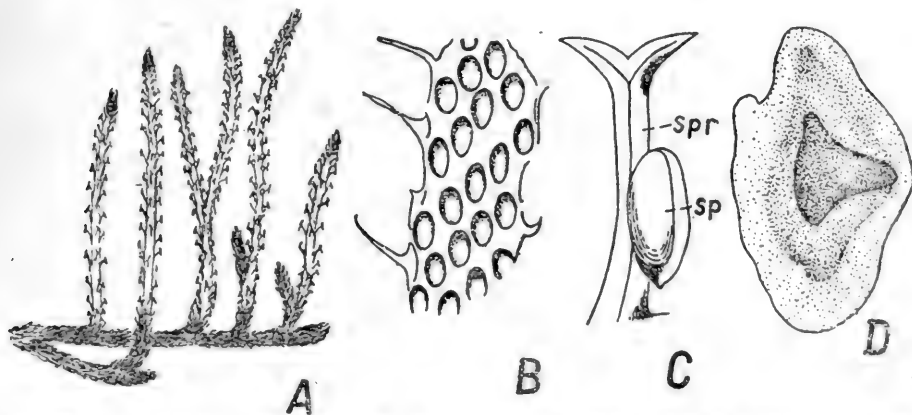


图 167. 原生鱗木: A. 复原图; B. 枝条碎片的表面观; C. 孢子叶及孢子囊; D. 莖的横断面略图。sp. 孢子囊; spr. 孢子叶。(自 Bower 附 Krausel 及 Ewuland)

20—30 厘米。 叶 莖及枝面小叶密生，叶刺形，无叶舌，而尖端对叉分开，非常特别，叶成螺旋状生长，叶痕卵形或圓形。 孢子叶 孢子叶与营养叶形状相同，孢子囊 1 枚，近軸生长而靠近叶的基部(图 167. A—C)。

内部构造 枝条内部具原生中柱。木质部在莖的横剖面上，成三角形，似乎是外始式(图 167. D)。莖内有叶迹，但与叶脉是否相連，很难断定，莖部沒有次生維管組織，但有少量木栓层，可能由木栓形成层所发生。

生长地区 此植物的化石先后在苏格兰、德国以及波希米亚等地发现，其生长的时代是距今約 350,000,000 年的泥盆紀中、下期。近些年，在我国云南南部盘溪也有发现，徐仁先生定名为 *P. scharyanun* [徐 1946]。

鳞木属 (*Lepidodendron*)

孢子体 莖 鳞木属的植物，依照它們的外部形态，可分 100 余种。在石炭紀滋生繁盛，其孢子植物体多半是大树，且有次生組織，主干的长度有超过 30 米的(114 呎)。主干以上，树冠的高度还有 7 米，主干直立生长。 根 根与枝条都是二叉分歧。 叶 叶披針形或綫形，長約 18 厘米时，成螺旋状排列生长于嫩枝上。叶落时，其基部粘連不脫，使莖面成为具有特征的叶垫(图 168. A)。叶垫菱形，叶痕居于上部，叶痕的中部有 3 块痕迹，居中的是維管束，即叶脉的断痕，在两边的是薄壁組織束的断痕。在叶痕稍下的两边各有 1 个下陷的痕迹，这些是通連于薄壁組織束的。在叶痕上方的中部，有 1 个三角印痕，是叶舌的痕(图 168. B—C)。 孢子叶球 子叶球因种类的差异而有大小不同，其长度由 3 厘米到近乎 30 厘米，而直徑則由不及 2 厘米而到 8 厘米。孢子通常同型，但也有异形的。在异孢种类的孢子叶球中，小孢子囊在上，而大孢子囊在下(图 168. A, D)。 孢子叶 孢子叶螺旋状生长于子叶球軸的周圍，其长度是 1 厘米多，基部有細柄，前端是叶状的薄片。 叶舌 叶舌位于叶片基部的上面，近軸而生于子囊之前，与卷柏很相类似。 孢子囊 孢子囊也是近軸而生于孢子叶柄的上方，長約 1 厘米。

内部构造 莖 初生木质部是多原型，发育是外始式，中柱是原生或管状中柱，初生形成层非常活潑，分生力很强，具有次生木质部及次生韧皮部。中柱的外周有大型薄壁細胞的中柱鞘，再外則有 1 层内皮层細胞，皮层很寬厚，分内、外 2 层，在莖的外周具厚壁組織的叫做外部皮层。最外有寬厚的木栓組織层。内部皮层是薄壁組織。内、外两种皮层之中，都有很多叶迹。中柱鞘与内皮层的組織也都有保存(图 169. E)。 根 根的中柱有髓，是管状中柱。初生木质部的发育非常特别，是离心发育，是内始式，这和某几种卷柏相似。根有形成层，具次生木质及韧皮两部，其皮层也分数层，最外的是厚壁构造，且有分裂繁盛的木栓层。支根的中柱是单原型，而韧皮部长在两边。有内皮层及中柱鞘。皮层常分 3 层，当中 1 层的組織过于細嫩，往往破碎消失。支根无根毛，其分枝是二叉分枝式，与石松很相类似。 叶 鳞木叶的基部連接于莖而不脫落，在維管束下方的两边，有三角形的薄壁組織条各 1 根，此条由叶的基部分化到叶肉中。在水韭(*Isoetes hystrix*)以及古、今石松中也常有这种特殊构造的分化。 叶片 叶片(*L. esnostense*)的外形与現代松叶相仿佛，也有成披針或綫形(*L. Hickli*)的。在叶片下面中脉的两旁有縫两条，縫愈近

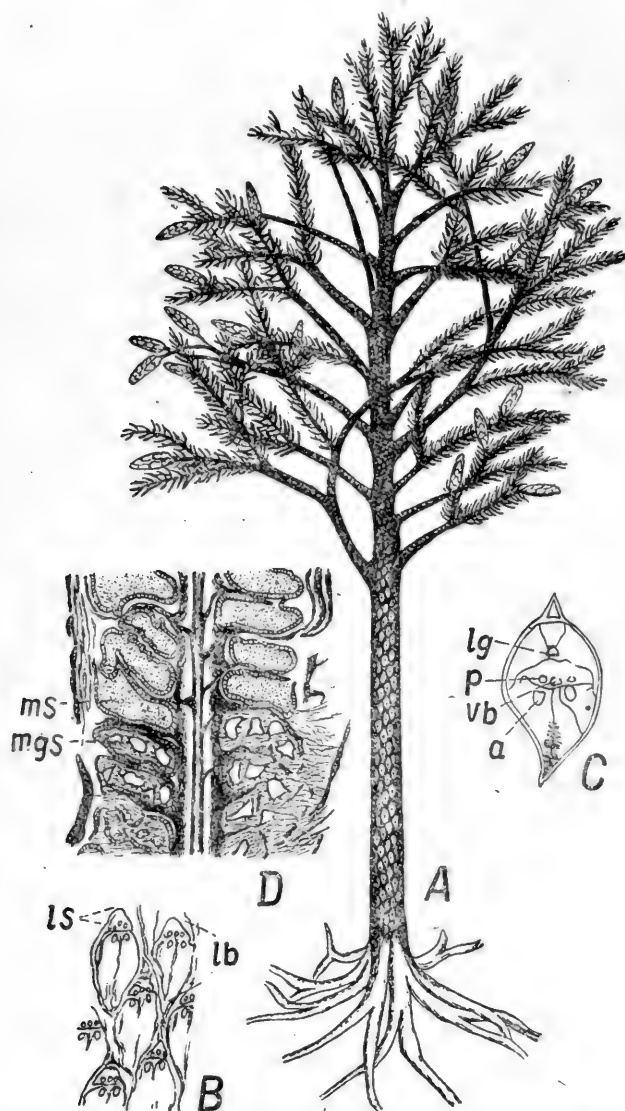


图 168. 鳞木(*Lepidodendron elegans*): A. 复原图; B. 鳞木另种 *L. veltheimianum* 茎的印痕, 表示: 叶痕及叶的基部; C. 叶痕放大, 表示叶舌, 维管束, 薄壁细胞束的印痕; D. 子叶球 *L. veltheimianum* 的纵剖面, 在上部的是小孢子囊, 在下部的是大孢子囊。a. 印痕; lb. 叶基; lg. 叶舌; ls. 叶痕; ms. 小孢子囊; mgs. 大孢子囊; vb. 维管束; p. 薄壁细胞束。(A. 临 Grand'Eury 并加添根部, B—D. 临 Scott)

叶的基部则愈深, 缝中表皮具很多 2 个肾脏形细胞的气孔。表皮细胞很小, 其下有厚壁细胞的下皮层。叶肉细胞成海绵组织的构造。叶片内有维管束的分化。维管束本身虽很纤细, 但在其外周, 有多量较大的螺旋纹或网纹管胞围绕生长, 这种构造同现代松柏科植物很是类似。孢子囊

孢子囊壳的细胞成棱状而狭长。孢子囊与水韭相似, 其中也有薄壁细胞的隔板组织。但鳞木的隔板组织的构造成辐射形而分歧。孢子 每 1 个小孢子囊中产生无数小孢子。但这种小孢子都在四分孢子的时期而尚未分离成为单独的孢子。小孢子非常纤细, 其直径大约是 0.02 毫

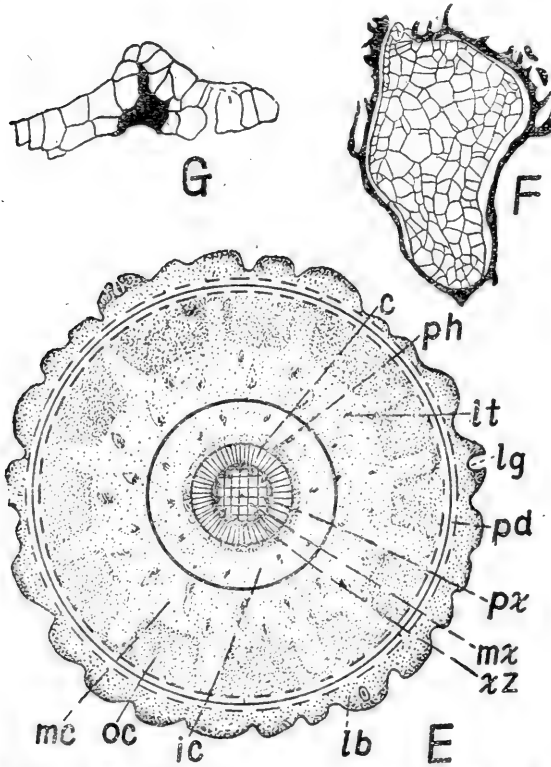


图 169. E. 鳞木的一种 *L. vasculare* Binney 茎的构造; F. 大孢子的切片, 表示原叶体的构造; G. 雌配子器。pd. 木栓组织, lg. 叶舌; ph. 韧皮部; c. 形成层; mc. oc. ic. 外生、中生、内生内皮层; lb. 叶基; xz. 次生木质部; mx. 后生木质部; px. 原生木质部; it. 叶迹。(E. 临 Smith, F. G. 临 Scott)

米而已。大孢子体积较大, 是 0.8 毫米, 每一个大孢子囊中产生 8 或 16 枚大孢子。大孢子外壁很厚, 且向外延长凸出成为弯形的刺。也有孢子之外具有一个特殊三角附带器的。另有具特殊构造, 和满江红相似的所谓的游泳器(168. D)。

配子体 雌配子体在孢子的内部发育, 雌配子器有颈细胞 3 层, 并有中央细胞及颈沟细胞, 其构造和卷柏及水韭完全相同 (图 169. F—G)。

“种籽” 鳞木种籽由苞片长成珠被, 包围于子囊之外。珠被的顶端也有狭缝, 这就是珠孔。在这胚珠中, 虽未发现胚胎, 但至少已接受花粉。

生长地区 鳞木产生于古代, 由泥盆纪开始发现, 最盛的是石炭纪, 到二叠纪便逐渐衰亡, 终至绝灭。现今世界各地所发现的化石, 以英、法等国较多一些。我国近年来在山西、云南等地也发现鳞木子叶球与茎的印痕。

古封印木属 (*Archaeosigillaria*)

孢子体 古封印木 (*Archaeosigillaria primaeva*) 是前泥盆纪的小树。其茎干具有鳞木与封印木二类的特征。在茎干基部叶垫纵列成行, 在上部的成螺旋状排列。树形细长而树冠尖细。分枝稀少, 叶形细小, 茎干基部膨大而不分歧, 由此直接发生细根, 其构造与鳞木及封印木的根没有差异。

生长地区 这种植物的化石以在美国纽约州所发现的较好, 此植物生长的时期是距今约 300,000,000 余年的前泥盆纪。

封印木属 (*Sigillaria*)

孢子体 除鳞木而外, 古代石松类成大树的就是封印木, 其树身因种类的不同而有粗短与细长之别, 譬如: 在德国所发现的 (*S. reniformis*), 在树梢部分的茎干其直径是 30 厘米, 而在基部的则是 2 米, 但全干的高度仅 6 米而已。而在法国所发现的则全干的长度是 22 米 (70 余呎) 而基部的直径是 60 厘米 (约 2 呎), 其上端则是 50 厘米 (1.85 呎)。因此, 全干是 1 根细长的柱。如果将树冠和树干综合计算, 则全树的高度与鳞木相差无几。 树干 封印木树干的外周有六角形而

略扁的叶痕，叶迹居其中，而两旁有薄壁条状构造的痕迹各 1 枚（图 170. A—B）。根 在论述鳞木时曾提及其根，但此根究竟属于鳞木或封印木还没有定论。因为同一种根，与两种植物的茎在同处发现，而彼此不相连接（图 170. A）。叶 封印木叶的外形，有的和鳞木没有什么分别，叶形细长略象松叶。孢子叶球 孢子叶球与封印木同处发现的称为封印木孢子叶球。保存完好的孢子叶球或孢子叶叫做“Mazocarpon”（图 170. C—E）。封印木的孢子叶球具长柄，孢子叶丛生成球，而中轴自球顶伸出外。此种现象在今日杉木（*Cunninghamia*）等类常常也有（图 170. F—G）。

内部构造 茎的构造是管状中柱而具广大的髓。维管束层很狭。木质部不很发达，初生木质部是外始式。维管束分开成多丛，与双子叶植物的茎相似。次生木质部围绕在初生木质部之外。再外则是韧皮组织。皮层很宽厚，也分内、外 2 层。木栓层是茎部最外的构造，也很宽

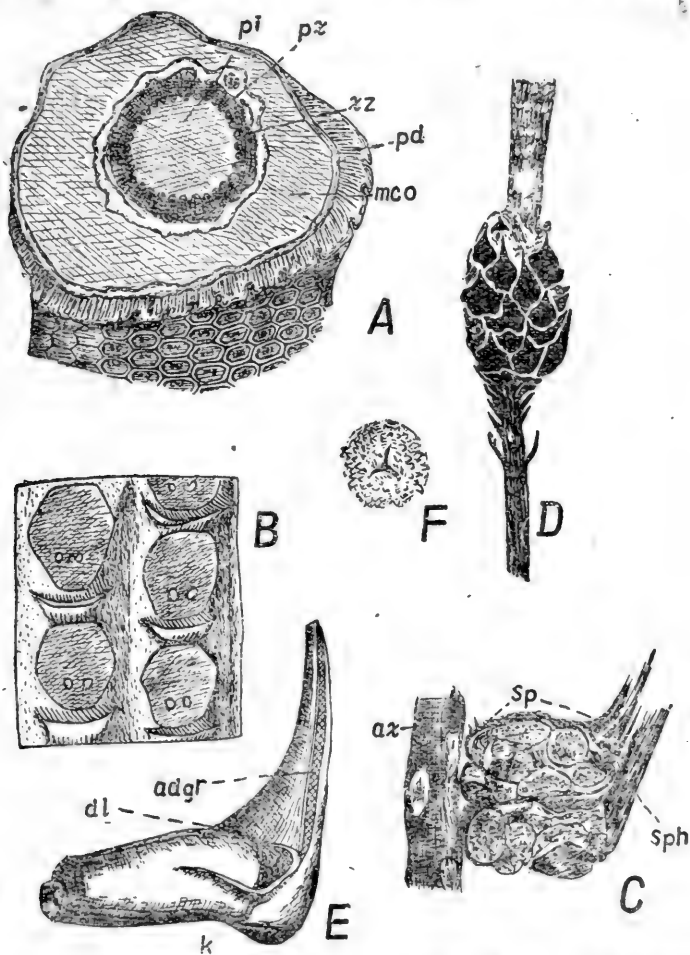


图 170. 封印木: A 封印木(*Sigillaria Menardi*)的横断面及茎周围的叶痕; B. 另一种封印木的叶痕; C. 封印木孢子叶球 *S. Ciliatus* 的纵剖面, 表示轴、大孢子囊及大孢子; D. 同 C, 孢子叶球的外形; E. 孢子叶的模型; F. 同 C, 大孢子。adgr. 近缝线; k. 龙骨; pi. 髓; px. 初生木质部; xz. 次生木质部; pd. 周层; mco. 中生皮层。(A 自 Scott 临 Brongniart, B. 自 Strasburger 临 Koehne, C—E. 自 Scott 临 Benson)。

厚,其中有輻射生長的細長細胞,此種細胞自行網織成一種纖維構造(圖 170. A)。 葉 葉的構造與鱗木相彷彿。在葉的下面中脈兩旁有下凹的縫 2 條,氣孔生于縫中。葉的中央有 1 條中脈,此脈很象是同心構造。維管束之下有厚壁組織,其外另有薄壁組織。此薄壁組織中有散生的管胞,因此,與松柏科的轉輸組織可能相同。其餘的構造都與鱗木相類似。 孢子囊 孢子囊與鱗木很相類似,大孢子囊的壳很薄,囊中有 1 根特殊發達的柱,叫做孢子原下墊。大孢子很大,腊腸狀,其長度至少有 2 毫米,每 1 個大孢子囊中含有 8 枚大孢子。小孢子囊中的不育組織更比大孢子囊中發達,且分化隔板,在發現的標本中,小孢子是四分孢子,其體積比較鱗木的大些。

配子體 在化石中,雌配子體的保存很完善,在新月形大孢子的中部凹下處,有喙狀突起,其內有原葉體,且有雌配子器的遺迹。雌配子體的構造與卷柏或水韭很相類似。

生長地區 封印木生長的時代及地點與鱗木都相彷彿,1927 年在我國雲南宣威、念非的二迭紀地層中,曾發現封印木的新種。

普羅洛米亞屬(*Pleuromeia*)

孢子體 莖及根 普羅洛米亞是封印木狀的植物,其莖直立,成柱形而不分枝,高逾 1 米,而直徑大約是 10 厘米,基部對叉分開成 4 (偶成 6 或 8) 部分,每 1 部分都是肉質而短形的。此種情形與鱗木的根似相。但又每彎生向上,象水韭一樣。支根由其面部向外生長,其形態與鱗木及水韭很相似(圖 171. A) 葉 葉綫形到披針形,約長 11 厘米,基部平開闊,寬約 1.4—3 厘米,中脈 2 條,葉痕成螺旋狀排列(圖 171. B)。 子葉球 子葉球生于莖的頂端。大概很長(碎片長 10 厘米的,曾有發現)。 孢子葉 孢子葉成圓形或腎臟形,但都沒有尖端。其長度是 1.5—2.5 厘米,寬度是 2—2.7 厘米(圖 171. B)。孢子囊遠離軸生長在它的下面,體積的大小與孢子葉相彷彿。 孢子 此植物具大、小孢子,大的四面形,小的腎形。

內部構造 此植物的內部構造保存不全,但其中柱是小型而分叉的,且沒有次生維管組織。根的構造與鱗木類的支根及水韭很相似。又因其具有肉質的莖干與厚葉,可以斷定是旱生或鹽生的種類。而水韭狀的莖部則為生長水邊的特徵,這一點是沒有疑問的。

生長環境 此植物按其特征來說,則似乎生長于水邊而是生理干旱之區。其化石在東亞及歐洲均有發現,而生存的年代則是距今約 200,000,000 年前的三迭紀。

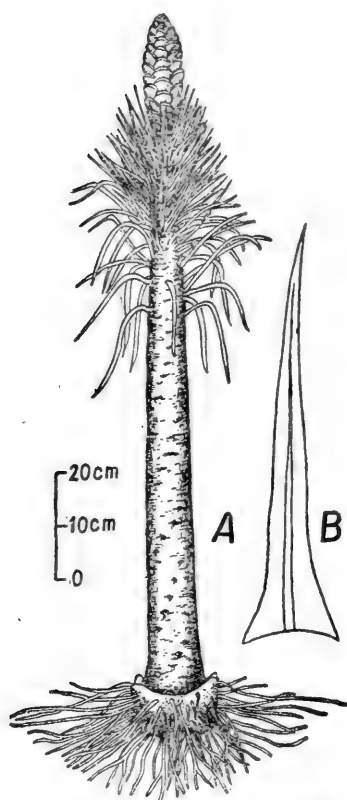


圖 171. 普羅洛米亞: A. 復原圖;
B. 葉。(臨 Hirmer)

石松綱提要

(1)本綱植物的孢子体具根、莖、叶的分化。有維管組織。叶是小型的单叶。因叶舌的有、无,而分成无叶舌及有叶舌2亚目。(2)孢子囊除极少数的古代种类而外,都是近軸而生,都是单生,导源于莖或叶。(3)孢子有大、小的分別,或无分別。孢子有大、小分別的,称为异孢种类,无分別的則称为同孢种类。(4)在現代石松目植物中,除水韭具有特殊的分生組織而外,初生形成层都不发达,因此,沒有次生木質及次生韌皮組織。但在古代石松类象鳞木、封印木等,其初生形成层是很活潑的,且分生次生木質与次生韌皮組織。但古代石松类中沒有次生維管組織的也很不少。(5)古代石松类多半是木本大树,但最古的可能是草本,而現代种类則全属微小草本。(6)綜合古、今种类看来,除普罗洛米亚与水韭較為亲近外,其余都象不是直接有关的,但同源似乎沒有問題。(7)原叶体的发育及雌、雄配子的交配有的在孢子之内进行,此种現象是进化的特征,如果将这种孢子叫做种子,那末,也沒有什么不可以。(8)关于雄配子的构造,石松、卷柏与苔、蘚相似,都有2根頂生的絨毛。而水韭則与其他蕨类相似是多毛的构造。(9)雌配子体方面,石松、舌叶蕨成为1类,而水韭与卷柏另成1群。从雌配子器來說,石松最是下等,卷柏与水韭相似但都比石松高一等。拿莖的构造來說,鳞木及石松是外始式的原生中柱,所以是最低下的。舌叶蕨是中始式的管状中柱,封印木是外始式的管状中柱,所以虽較石松略高,但也都是原始种类的构造。卷柏莖內中柱的构造在进化上的高低与石松不相上下,但其中竟有分化真正导管的,而更有在莖的基部略具形成組織的,这些都比石松与舌叶蕨进化。水韭莖扁,象大蒜一样,其构造也是外始式的原生中柱,不过中央部分除管胞而外,还有多数薄壁細胞夹杂而生。如果依照敗育就是进化而論,那末,比完全是管胞的要进化一些。但其形成組織非常奇特,在全植物界中少有和它相同的。(10)孢子叶球 在木綱中,从本編所提及的古、今种类說明。古代种类的孢子叶都成为孢子叶球的构造,而現代生存的种类則很不一致。卷柏及舌叶蕨都成子叶球。水韭的叶都生子囊。石松最复杂,它的孢子囊有的散生在全部的叶片,有的集中在莖干的頂端,也有一干之上,孢子叶与营养叶分段間隔而生的。更有孢子叶特化成鳞状构造,生长致密,成为棒状的子叶球的。所以各种石松孢子叶球的全部演化过程无不完全具备,而其演化地位的高下則各不相同,并不可一概而論。(11)卷柏、水韭与石松等現在虽然暂时放在1目,但实际上各不相属,如果認為石松与舌叶蕨是1目,而卷柏与水韭各自成1目,似乎最妥善。

第三章 裸蕨綱(PSILOPHYTINAE)

本綱特征 本綱蕨類沒有根。莖分地上與地下兩部分，地上莖沒有葉或具有小型葉，古代種類的孢子囊生于枝梢頂端。現代的生于特殊分叉的孢子葉的腋部。

松葉蘭目(PSILOTALES)

本目特征 本目蕨類是直立或垂懸多年生草本，無根。莖二歧分枝。葉極小，成鱗片狀或較大。孢子囊2室或3室，生于短柄上，另有分叉的特殊孢子葉。配子體生于地下泥土中，筒狀分枝，無綠色。此目僅1科，共2屬，在我國發現的有1屬。

松葉蘭屬(*Psilotum*)

孢子體 莖 松葉蘭是多年生草本。地上莖二歧分枝，綠色，具小型葉。地下莖匍匐生長，細長而二歧分枝，有根菌和它共生，匍匐莖上有毛狀的吸收構造或假根(圖172. A—B)。孢子囊 孢子囊3室，生于短杆上，短杆中具有維管束，因此，也可以認為是特化的枝、莖。孢子葉分叉，包圍孢子囊之外(圖172. C—E)。

內部構造 地上莖 莖的表皮層具有氣孔，氣孔略下陷。角質層很厚。皮層寬厚，具細胞多層，且有分化，其靠近表皮的是薄壁或厚角組織，而具有葉綠體及胞間隙，中部的是厚壁組織，最內的又是薄壁組織。內皮層的分化很明顯。松葉蘭中柱的構造和石松相同，同一植物體，其中柱的式樣可以隨植物的年齡而有不同。幼小的松葉蘭莖中，在中柱中央的是管胞，韌皮組織包圍管胞之外。這是標準的原生中柱構造，當莖長大時，各部分增長擴大，從原來的原生中柱分化成星狀中柱，在成長的莖中，木質部的最中央不成熟為管胞而永遠停留在薄壁組織的階段。這樣，就成了髓部組織，于是中柱的構造，也隨之而成為管狀中柱。幼苗的木質部是外始式，原生木質部從通常有5, 6到9, 10束之多。韌皮組織也分多束，其數目的多少與原生木質部束相同，是和它交叉間隔而生的。在地上莖的最下部分木質部的分化則常成中始式(圖173. F)。地下莖 地下莖的構造與地上莖仿佛相似。表皮不很整齊而具有假根。皮層細胞沒有什麼分化，都是薄壁的，其中有含淀粉及內生菌類的。中柱是原生中柱，原生木質部通常不顯著，木質部之外有韌皮組織圍繞着。但與地上莖接近的部分始有原生木質部的分化，其發育的次序是中始式。葉 葉的構造很簡單。葉的外層是表皮組織，沒有氣孔。最外有很厚的角質層。葉肉沒有什麼分化，都是薄壁組織，其細胞壁凸凹不均，以致胞間隙的數量增多(圖173. G—H)。孢子囊 孢子囊具有3室，因此也可以把它叫做復子囊。孢子囊杆近軸而發生于特殊孢子葉的基部附近。子囊杆據說[Bower]由1枚倒金字塔形的分生細胞分化而成。子囊的原始細胞共有3枚，其第一次的



图 172. 松叶兰(*Psilotum triquetrum*): A—B. 写生图; A. 全体上部分, 表示: 二叉分枝的枝、孢子囊与叶; B. 地下茎及毛状假根; C. 孢子囊外形; D—E. 孢子囊纵、横切面, 表示分室及孢子。(A—B 1938 年采自云南河口的实物标本的写生, C. 临 Strasburger, D—E. 临石蜡切片)

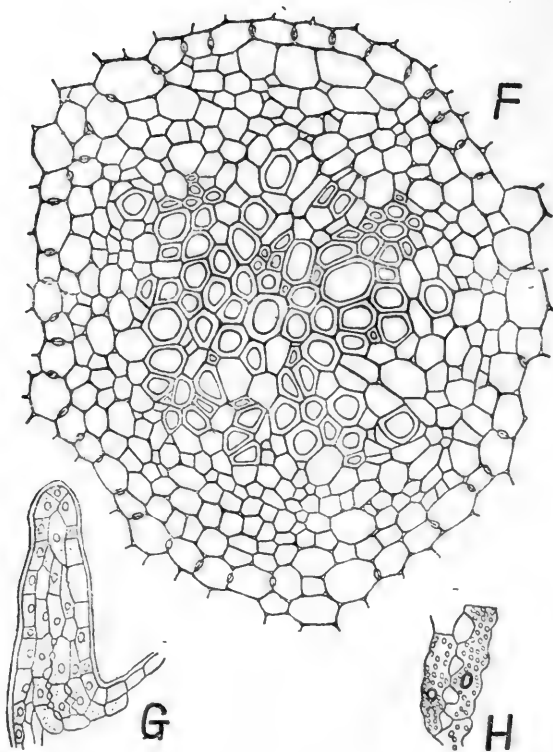


图 173. 松叶兰: F. 茎部中柱的横切面, 自外至内表示: 有凯氏点的内皮层, 中柱鞘 1, 2 层, 外始式五出的原生木质部束, 围绕于木质部外周的韧皮组织; G. 叶的切面; H. 叶的皮层细胞, 表示凸凹不齐的接触面。(F. 临石蜡制片, G—H. 自 Bower 临 Skyes)

分裂都是平周分裂。在外周的細胞是子囊壳原始細胞，在內的是孢子原細胞。松叶兰的囊壳当成熟之时，具細胞 4, 5 层。孢子原不断分裂，成为 1 团組織，其中 1 部分分化成孢母細胞。孢母細胞經過减数分裂而終成为孢子。另有夹杂于孢子細胞之間的，最后退化成为原質团。子囊外壳除 1 条縱列的綫縫外，全部加厚。子囊成熟时由縱列的縫开裂（图 174. *I—M*）。配子体 配子体筒形而分歧，表面滿生单細胞的假根。体内中央的一些細胞虽可分化成为維管組織，但断續不全并不連成一体 [Wardlaw 1951]，而其余部分并无分化。表皮組織与表皮以內 3, 4 层細胞的体型較小而含有很多淀粉。內部細胞較大而含有內生根菌。全体无綠色。生长在富于腐烂的有机物質的土壤中。雌、雄配子器混杂而生。繁殖器官通常接近生长点之后而发生（图 175. *N—Q*）。雄配子器 雄配子器凸出于配子体之外，全体成圓球形，四周具 1 层壳細胞。雄配子螺状弯曲，具有多毛（图 175. *R—S*）。雌配子器 雌配子器的腹半陷于配子体的組織中，而頸部則高举于外，頸部周圍共有 4 行細胞。每行約有 6 枚細胞。当成熟时頸的上部数层自行断去，仅余下半部的 1—3 层，器中大概具有 2 枚頸沟細胞，与 1 枚腹沟細胞（图 175. *T—U*）。

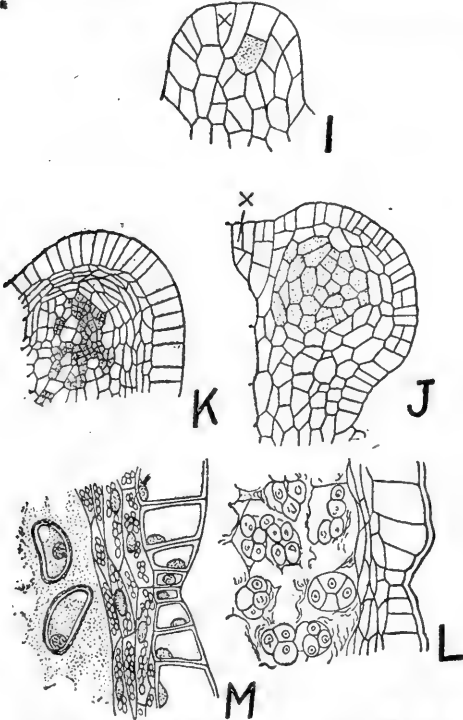


图 174. 松叶兰子囊发育图: *I*. 孢子原和子囊壳細胞的分化; *J—K*. 产孢組織与壳組織的分化; *L—M*. 孢子及子囊其他部分的成熟。(I—L. 临 Bower, M. 临石蜡切片)

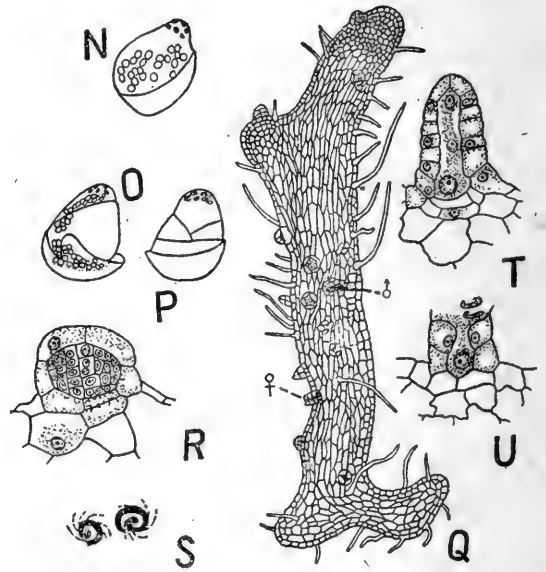


图 175. 松叶兰的配子体: *N—Q*. 孢子萌发及原叶体的成长; *R—S*. 雄配子器和雄配子; *T—U*. 雌配子器。(N—P. 自 Eames 临 Darneil Smith, Q—U. 临 Lowson)

胚胎 松叶兰的胚胎发育和松叶兰科 (Psilotaceae) 中另属梅溪蕨属 (*Tmesipteris*) 很相类似。略叙述其概况，以資参考：当雌配子細胞交配之后，即向下长大。胚胎最初分裂成 2 枚細胞，其靠近雌配子器頸部的叫做外細胞，外細胞日后分化成莖。另 1 枚叫做內細胞，內細胞分化成基足，梅溪蕨属的幼孢子体的莖向前生长并二叉分歧，其基足向下伸长，并发生手指状的构造，深入

配子体組織中。当孢子体能自行生活时,其莖与基足之間自行橫断,基足永久留存配子体中。梅溪蕨属第二莖的頂端永远从第一莖的基部近旁所发生。

生长环境 松叶兰科共2属,其1为松叶兰,其产生地点是南、北半球的热带与亚热带地区,在我国云南、广东、福建以及香港等地都有产生,通常附生于树木及树蕨上,也有生长在富于有机物的泥土中的。梅溪蕨属(*Tmesipteris*)产于澳洲、新西兰与太平洋中小島上,也是附生植物。

裸蕨目(PSILOPHYTALES)

本目特征 本目植物的孢子体都沒有根。莖分作地上直立与地下匍匐两部分,沒有叶或具有小型叶。孢子囊生在枝头。本目植物都是化石,它們生存的时代是志留紀到上、中泥盆紀。

萊尼蕨属(*Rhynia*)

孢子体 莖 此植物有大型的和小型的两种。大的高約50厘米,小的高約20厘米。莖也分匍匐与直立2部分。匍匐莖的下面生长假根。直立莖由匍匐莖所分出,二叉分歧,管筒状,由基部向上逐漸尖細。**孢子囊** 孢子囊生于枝的頂端,长形,与苔类中的子囊相似(图176. A—B)。

内部构造 莖 莖的最外周具有很厚的角質层。表皮組織只有1层梭形的細胞,其中有气孔。气孔的构造与現代維管植物沒有差异。皮层很寬厚,分内、外2层,外部皮层是薄壁組織,厚1—4层,細胞的生长致密,除气孔的下方之外,沒有胞間隙。内部皮层細胞圓而壁較厚,胞間隙多而大。中柱是原生中柱,木質部居中,而韌皮組織包圍于外。这种韌皮組織的細胞成长筒形,而兩端尖斜,並沒有篩板的分化,是最原始的韌皮組織。木質部的管胞在中心的較小,在周圍的較大,成中始式,但也有全体的大小都相同的。莖中并无內皮层及中柱鞘的分化。維管束常依

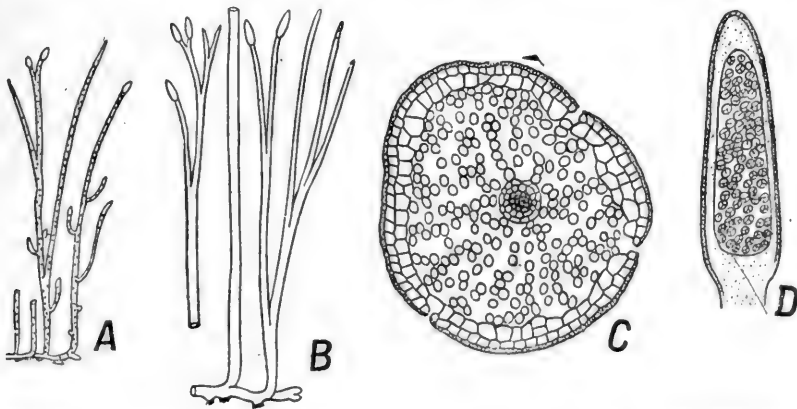


图176. 萊尼蕨: A. *Rhynia Gwynne-Vaughani*; B. 另种 *R. major* 外形图; C. 莖的橫断面; D. 孢子囊的縱切面。(A—B. 自 Eames 临 Kidstor, C—D. 临 Smith)

枝、莖的分歧也对分成两部分,但不定枝的維管束則与中柱并无关联(图 176. C)。 孢子囊 孢子囊筒状而生在枝梢。孢子囊的基部略微收缩,成 1 根短杆。子囊大的长约 12 毫米,而直径是 4 毫米。子囊壳具细胞数层,是厚囊式。子囊壳的最外层很厚。子囊无裂缝的分化。孢子很多,同型,角质化,是四分孢子,满生于子囊的腔室中。子囊壳的最内层可能是絨毡层(图 176. D)。

生长环境 此植物的化石,多发现于苏格兰及挪威两地。其生存的时代是泥盆纪的中、下期。而生长的环境当时是水湿地区。

裸蕨属(*Psilophyton*)

孢子体 莖 裸蕨(*P. princeps*)是裸蕨类之中具有代表性的。莖分直立与匍匐 2 部分。直立莖二叉分枝,枝端蝎状卷曲,和现代蕨叶相似,基部生刺及鳞片。匍匐莖也有假根(图 177. E—F)。 孢子囊 孢子囊卵形,通常成对生于枝头,因生长孢子囊的枝没有刺,因此,有人将它另归 1 属而叫做“陶孙氏裸蕨”(*Dawsonites arcutus*) (图 177. G)。

内部构造 裸蕨与莱尼蕨很相似(图 177. H)。莖的中央有中柱。中柱是原生中柱含有环纹管胞。围在中柱外周的是皮层组织。皮层分内、外两部分,外部皮层的细胞是厚壁长形的。内部的是薄壁细胞。表皮细胞具有气孔。 孢子囊 子囊壳有多层细胞,成熟时开裂。同一子囊的孢子,大小不匀,但这不能认为是异孢现象。

生长环境 此化石首先在加拿大的奎倍克省(Province of Quebec)发现,以后在挪威的落内京(Roragen)发现。所在的地层都属泥盆纪下期的水湿地区。

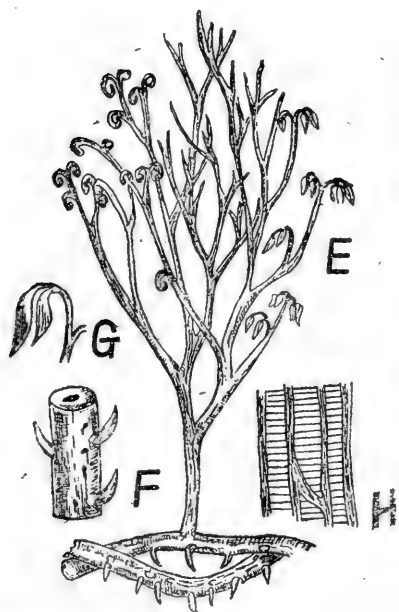


图 177. 裸蕨: E. *Psilophyton princeps* 复原图; F. 莖的一段示刺; G. 枝与子囊; H. 莖内梯状组织。(自 Bower 临 Dawson)

星木属(*Asteroxylon*)

孢子体 馬氏星木(*Asteroxylon Mackiei*)是星木属植物中最先发现的 1 种,它的体积比较莱尼蕨高大。且有莖、叶的分化。莖分地下匍匐与地面直立 2 部分。地下莖筒形,二叉分歧,与莱尼蕨相似而没有假根。地下莖的细枝向下生长,进入他植物或它自己的组织中,此种细枝没有叶或鳞片,与鳞木的支根及卷柏的根托相似。向上生长的枝成为地上莖,地上莖分枝繁茂,并密生小叶,小叶螺旋状生长和石松的叶相似。小枝也有的没有叶子。没有叶子的枝条则生长孢子囊(图 178. I—J)。 孢子囊 孢子囊长约 1 毫米,洋梨形,在较大的一端开裂。

内部构造 莖 地下莖的构造与莱尼蕨相同。皮层的内部有共生的内生菌类。中柱具有宽厚的韧皮组织。木质部在最中央,原生木质部除偶有发生环纹管胞之外,所有管胞都是螺旋状加厚的,没有原生、后生之别。当莖部逐渐靠近直生的部分,其木质部逐渐分散成为星状构造。在

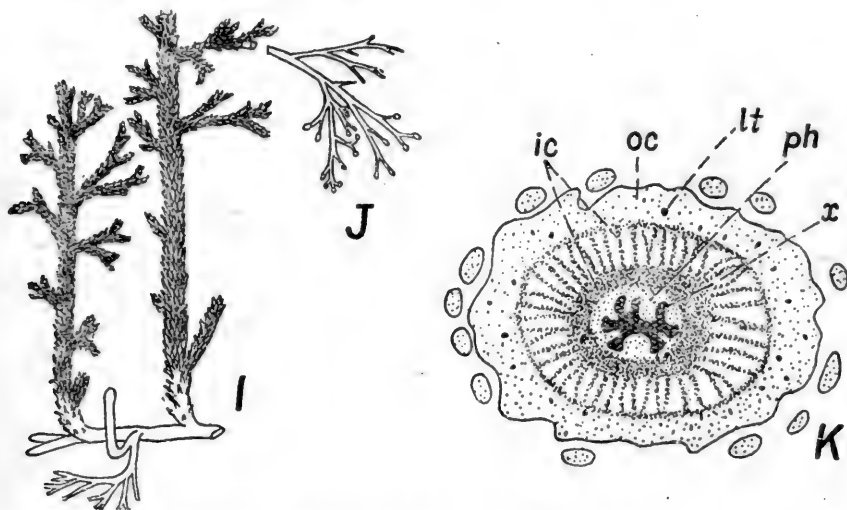


图 178. 星木(*Asteroxylon Mackiei*): I. 整体复原图, 表示地下茎与上部的营养枝; J. 产育枝; K. 枝条横断面抽象图。ic. 内生皮层; oc. 外生皮层; lt. 叶迹; ph. 韧皮部; x. 木质部。(自 Eames 临 Kidston)

地上茎的基部外面生长鳞叶, 表皮之外有角质层、且有气孔存在。在这部分, 韧皮细胞的保存最为完善, 其细胞都是细弱而长的管子。管两端的横壁尖斜或不尖斜。木质部成星芒状, 向外周分射, 将极薄的韧皮组织层分隔成多团。在地上茎的中部或上部, 是最具有此植物特征的部分。由解剖方面可以断定, 其分枝有内部与外部发生不同的两种。茎中也分皮层和中柱。皮层之中有同心维管束的叶迹。中柱的木质部是极端分散的星状原生中柱或管状中柱。木质部为 4—10 丛之多。木质部的发育是外始式或中始式(图 178: K)。叶 叶的构造与石松相仿佛, 但叶迹并不分化到叶内。孢子囊 孢子囊生在没有叶的枝头。孢子囊壳最外层细胞的内壁及侧壁都加厚, 与真蕨类的环带相似。此种加厚细胞的分布由子囊基部到顶端的开裂处, 且逐渐加大。在外壁之内另有 1 层薄壁细胞。孢子黄色, 有向三方辐射的花纹, 此种孢子与普通蕨类相似。

生长环境 星木的化石最初发现于苏格兰, 随后又发现于德国, 此植物生存之时代都是中泥盆纪。生长的环境是比较低湿的地区。

裸蕨綱提要

- (1) 本綱植物共分松叶兰与裸蕨 2 目, 前者是生存的种类, 后者都已绝灭, 只有化石遗留。
- (2) 植物体都没有根而有假根或根托状的构造。
- (3) 茎概分地下匍匐与地上直立两部分。没有叶或有小叶。
- (4) 茎的构造具有原生中柱或管状中柱。木质部的发育是外始式或中始式。不发生形成层。
- (5) 孢子囊通常顶生, 1—3 室。
- (6) 孢子同型, 没有大、小之别。
- (7) 松叶兰目的配子体是不规则的筒状构造, 雌、雄配子器与一般真蕨相似, 且二者同体而生。

第四章 木賊綱(EQUISETINAE)

本綱特征 本綱植物的孢子植物體因古、今種類而有不同。現代的是草本，古代的是喬木。生于陸地或水中，有根、莖、葉的分化。莖通常具地下與地上兩部分，不分枝或具輪生的旁枝。枝與莖上有隆起成直條的脊與下陷的凹縫。莖分節與節間。孢子囊密集生長在枝干頂端成為子葉球。古代的种类有孢子葉，現代的沒有。孢子囊垂懸圍生于特殊子囊托的下面。孢子同型或異型。

木賊目(EQUISETALES)

本目特征 植物體具根、莖、葉。莖分地下與地上2部分。地下莖匍匐生長，多年生。地上莖直立，一年生或多年生。莖分節與節間，有隆起的脊與下陷的凹縫，氣孔生于凹縫中。葉細小，齒狀，由節上生出。各葉基部不分离而成1個筒狀構造。孢子囊托生于枝的頂端，成輪狀生長，成圓錐形的孢子葉球。枝分不育與產育兩種，或不分。孢子同型，配子體葉狀，分枝。雌、雄配子器同體或異體而生。本目僅1科，1屬，共約25種，我國產9種。

木賊屬(*Equisetum*)

孢本体 莖 木賊是草本蕨類，小的高約15—20厘米，莖的直徑通常僅1毫米或不及1毫米。大的有高達10米以上而直徑達到2—3厘米的。莖分地下匍匐及地上直立兩種（圖179. A），都有節和節間。地上莖又分不育及能育兩種，或不分。能育莖不分枝，頂端生長1枚孢子葉球，不育莖的節上發生輪生的枝。由此再生小枝，枝的數目與葉片相同，二者互生。莖有凹縫及隆起的脊條，脊條的多少與葉片相等。葉 葉片直接生長于脊條之外。其上都呈齒牙狀，基部不分离而成筒狀構造，包圍莖上。每節所生葉片的數目的多少大致相同。葉退化，失去綠色，成鱗片狀的死構造（圖179. A）。根 根是須根，由節而生。孢子囊 孢子葉球頂生于特殊棕褐色或肉色的產育莖上，但也有生于營養莖頂端的，這是因為種類的不同而各有差異。孢子囊托 六角形，有杆，成輪狀生長于軸的周圍。孢子囊長筒形，沿子囊托下面的邊緣而生。每托生長子囊5—10枚（圖179. B—D）。孢子囊殼很薄。孢子成熟時，子囊縱裂，將孢子射落到外邊。孢子 孢子圓球形，沒有大、小之分，是同型的。其外壁分化成為螺旋狀纏繞于孢子外周的帶狀彈絲。每1個孢子具有彈絲2條[Haupt b 1953]，但也有人說是4條的[Smith d 1938]，彈絲因干濕的反應不同，而將孢子彈射出外（圖179. E）。孢子綠色，除細胞核之外，還有含丹寧的（圖179. E）。無性繁殖體 木賊地下莖的節可以膨大成塊莖狀的構造，由此可以發芽。

內部構造 莖 木賊的莖雖有高大、細小之別，但其構造并無不同。莖的尖端有1枚倒金字

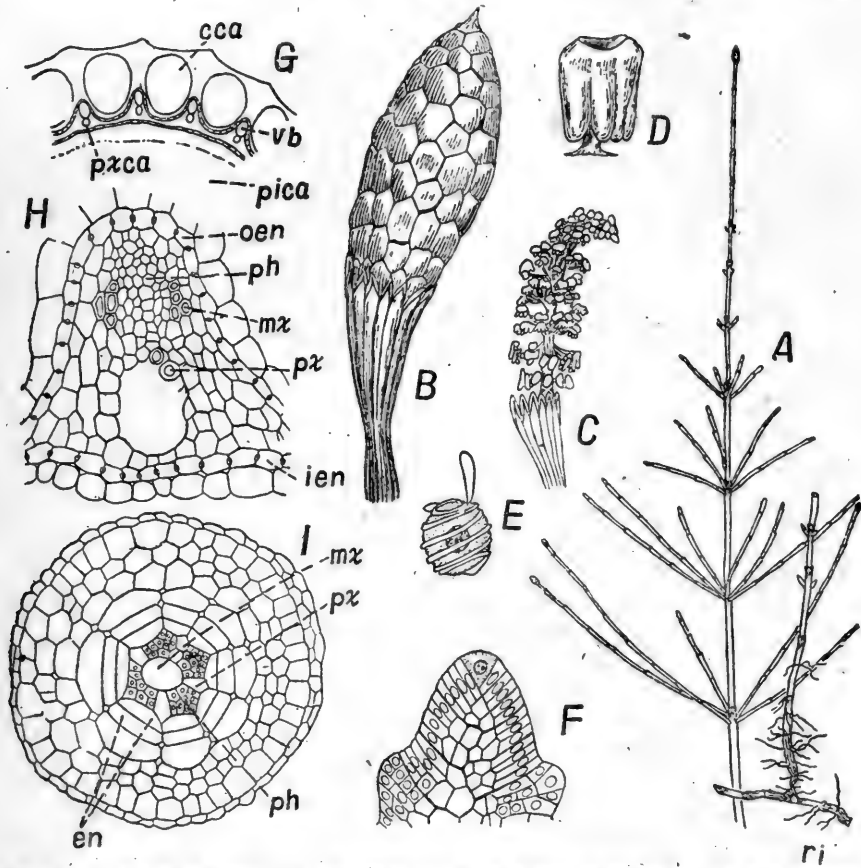


图 179. 木賊: A—E. 笔管草 (*E. debile*); A. 孢子植物体写生, 表示地下的匍匐莖, 地上直立莖及輪生的枝与枝头的子叶球; B. 放大的子叶球; C. 孢子脱落时的子叶球; D. 孢子囊及其盾状的子囊杆; E. 孢子, 弹丝与细胞核; F. 木賊的一种 *E. telmateia* 莖尖切面, 表示有点的是頂端分生細胞; G—H. 間荆 (*E. arvense*) 莖的橫断面, G. 全莖一部分的略图; H. 維管束放大; I. 間荆根的橫切面。cca. 皮层气道; vb. 維管束; pica. 髓部气道; pxa. 原生木質部气道; en. 內皮层; oen. 外生內皮层; ien. 內生內皮层; ph. 韧皮部; px. 原生木質部; mx. 后生木質部; ri. 匍匐莖。(A—E. 实物写生, 該实物系于 1952 年 9 月 15 日采自昆明師院, G—H. 粘土蜡制片, I. 粘土 Smith)

塔形而具有四平面的分生細胞(图 179. F)。莖部所有的构造都由这枚細胞分化而成。莖的成熟部分, 分成节与节間。在木賊的表皮細胞內含硅質很多, 脊条的細胞特化成厚壁組織。維管束对脊条而生。木質部的发育是內始式, 而木質、韧皮两部的生长則是內外排列而与单子叶植物相同。但其木質部都是管胞而不是导管, 这是和单子叶植物不同的。中柱的构造是分裂管状中柱。每 1 条維管束的內周, 在原生木質部近旁的薄壁組織, 往往自行破裂成为孔道, 叫做原生木質部道, 或者叫做脊道。夹于維管束內、外两周, 有外生內皮层及內生內皮层。中柱鞘具 1 层細胞, 生于外生內皮层的內周。气孔生于莖面的凹縫中, 保卫細胞特別下陷, 除上述的原生木質部道而外, 在皮层中另有大型的皮层气道。此气道相对凹縫而生, 与維管束成为互生。此外, 髓部的中央也为了細胞核而裂成 1 大型的穴道, 但在节的部分則不破裂, 而成 1 隔板(图 179. G—H)。叶每 1 片叶子具 1 条叶迹, 沒有叶隙。根 根是不定根, 有根冠。根尖也有 1 枚倒金字塔形的分生細胞。中柱是三原型或四原型。原生木質部丛圍繞单独的后生木質部管胞而生。韧皮組織与

原生木質部相間隔生長。據說，木賊根中沒有中柱鞘，而生長於中柱外圍的為雙層的內皮層而已 [Smith d 1938]。但在內的 1 層具有中柱鞘的功用，因為次生根每由此發生 (圖 179. I)。孢子囊 孢子囊的發育方式是厚壳子囊式。其原始細胞由子囊托的表皮細胞分化而成。孢子原始細胞依子囊托之面而平周分裂，成為內、外 2 枚細胞。外細胞分裂成為子囊壳數層，其最內的 1 層即是絨氈層。孢子囊成熟時，最外層的壳細胞具螺旋狀的加厚。內細胞分裂成產孢組織，由此分化成孢母細胞。其中三分之一退化，退化毀敗的細胞成為膠狀原生質的液體，最後全被吸收。其餘孢母細胞經減數分裂成為四分孢子，最後散開成孢子。孢子圓球形，含葉綠體多個。

配子體 木賊孢子的壽命很短。在謝落之後，其生命僅能維持幾天而已。孢子播下後，萌發迅速。在 10—12 小時之內，孢子即可萌發，且分裂成為 2 枚細胞的配子體。在這 2 枚細胞之中，較小的 1 枚，生長成假根。另 1 枚較大的，分化成原葉體。木賊的原葉體是葉狀分叉的，綠色，其腹面生出很多假根 (圖 180. J)。雌、雄配子器是邊緣分生部分所生，兩種器同體或異體，當幼原葉體剛進行分叉時，雌配子器即進行發育，而生長於原葉體的背面，夾雜於向上直立生長的原葉體裂片基部之間，雌配子器雌配子囊發育的步驟，與以上所述各植物完全相同。其成熟的基部下陷於原葉體的組織中，只有頸部露出在外。頸很短，約分 4 層，通常每層具 3 枚細胞。居頂端的 1 層當成熟時，特別延長而分裂。器之內，含有雌配子、腹溝與 1 或 2 枚頸溝細胞。如果頸溝細胞是 2 枚，那末，它們生長的位置不是上、下，而是並排。據說，印度產的有具 4 枚頸溝細胞

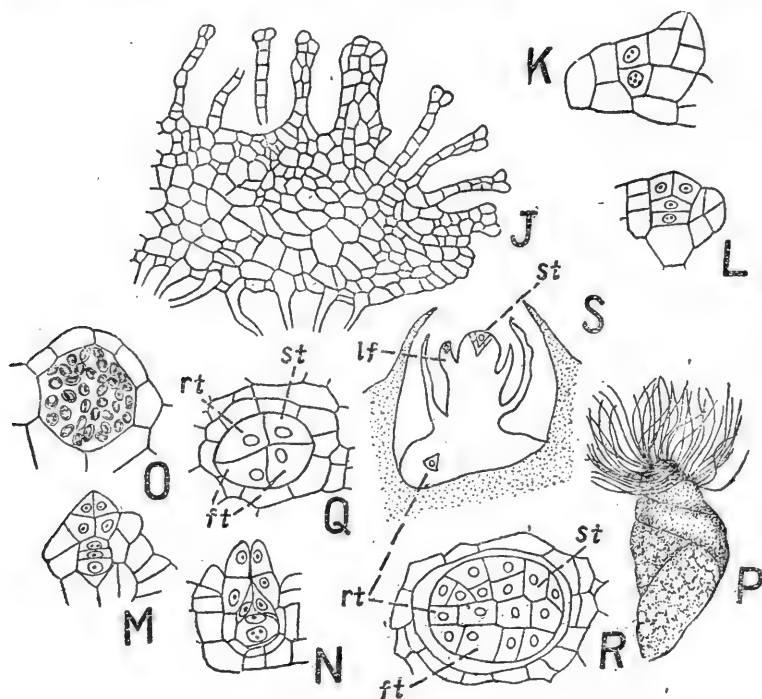


圖 180. 木賊的配子體及胚胎；J. 筆管草原葉體的縱切面；K—N. 木賊 (*E. hiemale*) 雌配子器的發育；O. *E. telmateia* 的雌配子器；P. 問荆的雄配子；Q—R. 筆管草胚胎的發育；S. 筆管草幼孢子體。lf. 葉；ft. 基足；rt. 根；st. 莖。(J. O. S. 臨 Smith, K—N. 自 Eames 臨 Jeffrey, P 臨 Sharp, Q—R. 臨 Campbell)

成1行排列的(图 180. K—N)。雄配子器 当雌配子器长成于原叶体的中部后, 通常大量的雄配子器, 由原叶体边缘的、无绿色的、成平展分生生长的部分发育而成。雄配子器发育的步骤与石松相同。器壳细胞仅有1层细胞。其内有雄配子产生细胞。雄配子体积很大, 螺旋构造, 且多毛丛生。毛由产毛体所发生(图 180. O—P)。

胚胎 接合细胞依雌配子器的颈管而横分成上、下2枚细胞, 继而, 又纵裂成4枚。在上面的2枚细胞中的1枚分化成茎, 另1枚成叶。在下面2枚中的1枚成为根, 另1枚成为基足。基足通常小而不很发达。也有接合细胞仅分为上、下2枚而不纵裂的。如此, 则上细胞成茎, 下细胞成根的原始细胞, 而叶与基足都是后出的。且叶究竟与茎同源由茎旁分出, 还是从另1枚原始细胞所发生, 现在尚无定论。而基足的有无也很难说, 即使有基足, 其发育也很不强盛, 仅仅在根的基部旁侧, 稍现隆起而已(图 180. Q—S)。

生长环境 木贼目现世存在的, 仅木贼(Equisetaceae)1科, 木贼(*Equisetum*)1属, 共有23种, 我国产9种, 问荆(*E. arvense*)、木贼(*E. hiemale*)、犬问荆(*E. palustre*)等是我国所习见的。而问荆的分布尤属广泛, 全球各地多有生产。问荆和木贼生长地区的环境很复杂, 田野路边、水边、山坡都有生长。

古木賊类(FOSSIL EQUISETUMS)

芦木属(*Calamites*)

孢子体 茎 现在已发现的芦木的茎多是碎片, 没有完整的。但内部构造与外形都保存良好。在茎的印型中, 由髓腔等的大、小可以推知芦木是1种乔木, 其高度是20—30米。芦木孢子体与现代木贼相同, 也分地下茎与地上茎, 茎也分节与节间, 有凹陷的缝与隆起的脊条。在直立的地上茎也有侧枝与叶。叶 叶轮生于节上, 小而单生, 或基部不分开。线形或狭披针形。坚硬或柔软, 向茎的旁侧四周生出或靠近茎直生与木贼相类似。也有基部向外平出而尖端弯曲向上的。根 根是须根, 自地上茎的基部及地下茎的节长出(图 181. A)。孢子叶球 芦木生长孢子囊的器官是子囊托而不是孢子叶。孢子囊成伞形, 上部有盾形的构造, 孢子囊数枚由托的边缘向下垂悬而生。托的中央有杆状的柄, 柄由子叶球的轴生出。芦木类的子叶球式样可分4种, 且多半有苞片。兹将各种子叶球的概况分别叙述如后: (1)孢子囊中轴的周围, 子囊托围绕生长成轮。每轮孢子囊托之下, 另有苞片一轮。苞片向四周长出, 而托则由苞片与中轴的腋部向上斜出(古生穗 *Palaeostachys*)。 (2)孢子囊托由中轴向四周平出, 而与苞片分离生长(芦木穗 *Calamostachys*)。 (3)孢子囊托与苞片的距离很近, 且生于其下方(辛构拉力亚 *Cingularia*)。 (4)与现代木贼相似, 通常有在几轮孢子囊托之间偶然发生苞片的。此种现象在现代木贼中, 也偶然存在(原始芦木 *Archaeocalamites*)(图 182. B—E)。孢子 孢子同型及异型的都有, 小孢子与大孢子体积的差异是1:3。

内部构造 茎 芦木的茎分表皮、皮层、中柱3部分。茎的外周也分脊条与凹缝, 但上、下节



图 181. 芦木复原图, 表示下部的匍匐莖, 直立的营养部分。(自 Smith 临 Hirmer)

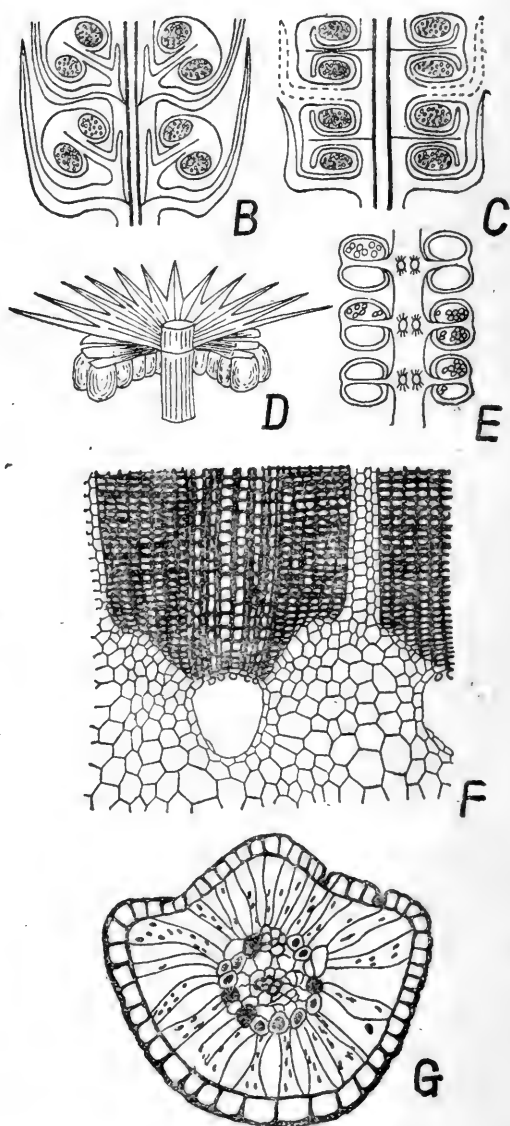


图 182. B. 古生蕨子叶球纵剖面略图; C. 芦木蕨子叶球的纵切面; D. 辛构拉力亚(*Cingularia typica*)子叶球的一节的略图; E. 原始芦木(*Archaeocalamites radiatus*)子叶球纵剖面略图; F. 芦木的一种 *Calamodendron intermedium* 莖的横切面, 表示: 薄壁的髓, 原生木质部道, 道中粘连的原生木质管胞, 腔大壁厚的木质部, 腔小壁厚尖端组织的射线, 薄壁射线组织; G. 芦木(*Asterophyllites charaeformis*)叶的横切面, 表示: 表皮, 气孔, 薄壁长形叶肉组织, 厚壁的中柱鞘, 薄壁韧皮部, 最中的木质部。(B.C. 临 Smith, D—G. 自 Scott, D. 临 Weiss, E.F. 临 Renault, G. 临 Thomas)

的脊条并非绝对互生而偶有相连接的。皮层 皮层分成内、外两部分，内部皮层细胞的壁薄，而外部的壁厚。皮层中无气道。中柱 中柱是管状式，在节间的髓往往破裂，而在节的则不破。木质部是内始式，木质与韧皮组织成内外排列。在维管束的内周，也具有原生木质部道。初生形成层极其活跃，由此分生成次生的螺旋纹与纹孔管胞，且具有射线。此外，更有木栓形成层，由此分出木栓质的周皮(图 182. F)。根 根的中柱成星状构造，是二到四原型，外始式。虽有形成层但不很发达。其内皮层与木贼相似。也好像是双层的。大根中，木质部是外始式，多原型。中柱的式样是原生中柱或管状中柱。叶 叶的构造与松树相似。叶中只有 1 条维管束，其周围有鞘。鞘外有栅栏组织，其中有明显的胞间隙。表皮具 1 层细胞，气孔无数(图 182. G)。

生长时代 芦木是古生代的乔木，在泥盆纪的末期及石炭纪时期，与鳞木等共为当时陆上最繁盛的植物。我国山西中部曾有发现。

楔木属(*Sphenophyllum*)

孢子体 茎 茎细(直径仅 1 厘米)而长，分枝、分节，具脊条与凹缝，上、下节的脊条并不互生。叶 叶轮生于节上，它的数目是 3, 6, 18 各种，而 6 片的最多。上、下节的叶重复而生。叶全缘，通常尖端平阔而基部较狭。也有尖端对叉分裂成几片的。有在同一植物发现其上部具有全缘叶而下部是裂叶，或二者相间乱生的(图 183. H—I)。根 根也有发现，且构造保存完好。根中也有形成层，由此分化次生组织来增加直径。中柱内初生木质部是二原型，但偶有三原型的。木栓形成层很象是由中柱鞘所发生。由此向外分化木栓组织。

孢子叶球 (*S. Dawsoni*) 孢子叶球直径是 1 厘米多，长约数厘米，中轴的直径是 2—3 毫米。苞片轮生于中轴的四周，各轮的间距相等，1 球之上有无数的轮。每 1 轮有苞片 14—20 片，各苞片的基本部不分离而前端弯曲向上。孢子囊托近轴而生，且自苞片腋部向外长出，但其下面与苞片并不分开。每托之上生长孢子囊 3 个。3 个子囊与中轴的距离有 2 近 1 远，及 1 近 2 远两种(图 183. J—K)。孢子 孢子同型，但在同一孢子叶球中，各子囊所产生的孢子，常有大、小不同之别。这可以认为是孢子异型的开始。

内部构造 茎 茎是原生中柱，外始式，

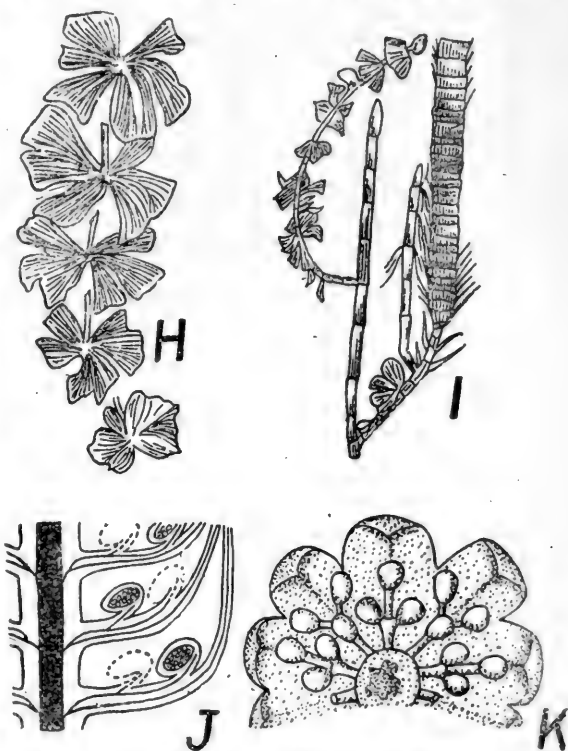


图 183. 楔木: H. 楔木叶(*Sphenophyllum emarginatum*) 的重画图; I. 某种楔木 *Sphenophyllum* sp., 表示: 枝的分枝, 左边枝上有轮生的叶, 右边枝上生一个细长的子叶球; J. 楔木子叶球的部分纵剖略图; K. 自上向下观。(H. 临 Seward, I. 依 Eames 等临 Noé, J. K. 临 Hirmer)

三原型，在其橫剖面上，木質部呈三角形這是其特征。莖有形成層，由此向內分化多量的次生木質，向外分化韌皮組織。次生木質部含紋孔管胞而外，尚有認為具有木質射綫及長形木質薄壁組織的。皮層的內部，有周皮的發育。 根 根是二原型或三原型，其餘構造與莖相彷彿，但皮層比較狹薄而已。

生長時代 此樹首先發現的地点是英國蘭開夏及約克郡二地。由地層的推算，知其生長的時期是從前泥盆紀開始，經過石炭紀及二迭紀，而絕滅於三迭紀。在我國江蘇、山西、貴州等省的古生代地層中，多有發現。

擬鮑尼木屬(*Pszudobornia*)

孢子體 此植物的化石只有印痕，而沒有內部構造，主干匍匐生長，直徑達 10 厘米。莖有節且分枝，小枝上每 4 葉生長 1 輪。 葉 葉是復葉，對叉分裂，具小葉片數枚。每 1 小葉片具羽狀深裂成為多片。 子實體 子實體是長而松的子葉球，孢子葉輪生。在孢子囊中，大概有大孢子存在。

生長時代 此植物的化石印痕存在於前泥盆紀。發現的地点是北冰洋的熊島。

木賊綱提要

(1) 孢子植物體分根、莖、葉 3 部分，莖又有橫生的地下莖與向上直長的气生莖 2 種。莖分節與節間。節間中空象竹子一樣。莖外周有隆起的脊條與下陷的凹縫，這兩樣相間而生。現代的木賊，其上、下節的脊條交叉互生，而古代種類則互生、對生的都有。(2) 莖的構造除頂端的單獨分生細胞而外，其餘各方面都很進化。其內始式的木質部、管狀中柱與維管束的構造都與單子葉植物相似。(3) 古代種類的葉片通常大而能行光合作用，現代的卻退化到沒有什麼功用。葉都是輪生，全緣或分裂。(4) 古代木賊類多有孢子葉，其後漸行退化。至現代木賊則完全沒有孢子葉的存在。無論古、今的種類，孢子囊都生長在 1 種特殊器官上，此器官叫做子囊托。托的生長與孢子葉不分離或分離。(5) 木賊的根是須根，在中柱鞘的細胞壁上也有凱氏帶的加厚，雖然組織的功用與中柱鞘相同，但有些學者把它叫做雙內皮層。(6) 古代種類有不具次生組織的草本，和形成層活潑分裂而具有大量次生組織的喬木。現代木賊雖然莖干的大小、粗細非常懸殊，但內部構造完全一致，且都沒有次生組織，而全屬草本。(7) 現代木賊有發生鱗莖及小鱗莖來行無性繁殖的。(8) 依外表來說，凡屬木賊類的植物都是旱生植物的特征，但其內部構造都具孔道則是水生植物的特征。多數的現代木賊生長在溪水、池沼旁畔，也有少數種類完全生長在干地。

第五章 蕨綱(FILICINAE)

本綱特征 蕨綱科、目繁多,是蕨類植物中最大的1綱。其孢子體與配子體完全分離。配子體比較簡單,沒有什麼分化,且體積細小,不被注意。雌、雄配子同體或異體而生。雌配子圓形不能動,在雌配子器的腹中。雄配子多彎成螺旋狀,有叢生的毛。孢子體有根、莖、葉的分化,但也偶有無根的。根是須根。莖直立、匍匐或附生,草本、藤本或成喬木狀。葉型大,單葉或複葉,羽狀或掌狀,一重或多重。葉脈由簡單的二分歧而進到網狀的分布。幼葉向內卷褶成蝸狀,當展開時,逐漸向葉背伸開。孢子葉與營養葉沒有分別或有分別。孢子囊通常成叢而生,叫做子囊群。也有幾個子囊的外表是1個單獨的,而內部仍有分隔的,此種器官叫做聚合囊。孢子囊有蓋複蓋或沒有蓋。蓋叫做囊群蓋。它的來源與式樣也各有不同,有的是葉緣翻卷而成,也有的是鱗片或毛所特化的。孢子囊生于葉背、近于葉緣或在葉的邊緣。子囊壳厚或薄,有環帶或沒有。孢子同型或異型。本綱依孢子囊發育的不同而分為2亞綱。

(一)厚囊蕨亞綱(EUSPORANGIATAE)

本亞綱特征 本亞綱植物的孢子囊壳具多層細胞。孢子囊原始細胞初次的分裂是橫斷分裂。由此分成上、下2枚細胞。在上面的叫做子囊壳細胞,在下面的是產孢細胞。孢子同型。雄配子器下陷于配子體組織內。屬此亞綱的有瓶爾小草及觀音座蓮2目。

瓶爾小草目(OPHIOGLOSSALES)

本目特征 本目植物是宿根草本,通常附生,莖短,直立或橫生,沒有鱗片。1葉或數葉,不作蝸狀卷曲,葉片厚而成肉質狀,且柔軟。孢子葉分裂或不分裂。孢子葉生子囊2行。孢子囊壳有多層細胞,沒有環帶,原葉體生于土中,沒有綠色,塊狀,有內生菌和它共生。此目只有瓶爾小草1科。

瓶爾小草屬(*Ophioglossum*)

孢子體 莖 此植物是小型草本,具橫生的地下莖,由此發生向上直立生長的短莖。 葉 每年生長1片卵形葉,葉全綠,葉脈網狀分布。 根 根肉質狀,不很分枝。無根毛。 孢子葉球 孢子葉特化成穗,其上多數子囊連續而生,成為二直行。穗有長柄(圖184.4)。

內部構造 瓶爾小草莖部頂端之外有鞘,其內有1枚倒金字塔形的分生細胞。由此向三面

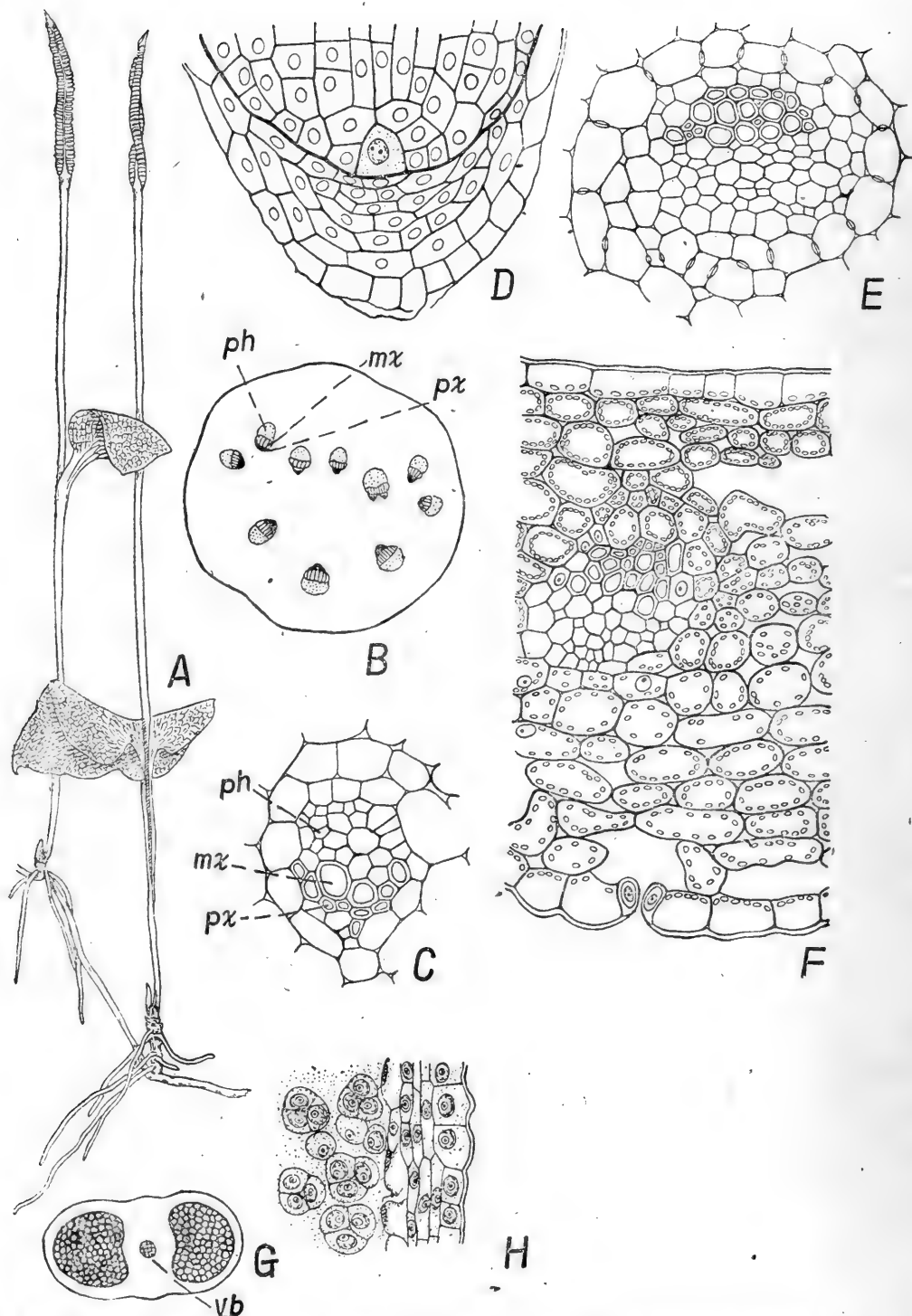


图 184. 瓶尔小草: A. 大叶种 *Ophioglossum pedunculatum* 的写生图, 表示: 两株相连的匍匐茎、直立茎、根、网状脉、穗状子叶球; B. 直立茎的横切面, 表示: 分体中柱; C. 茎部维管束放大, 表示内始式排列; D. 根尖纵切面, 表示: 根冠、分生细胞 (加点) 等; E. 单原型根部的横切面, 有凯氏点的是内皮层; F. 叶片横切面, 表示: 角质层、表皮层、气孔、叶肉、气室、单原形的中柱、叶绿体的分布等; G. 子叶穗的横切面略图, 表示: 中央的维管束, 两旁肾状子囊; H. 孢子囊的一部分, 表示: 子囊壳 4 层, 行将消失的絨毡层, 四分孢子的形成, 尚未分裂的孢母细胞。ph. 韧皮部; mx. 后生木质部; px. 原生木质部; vb. 维管束。
(A. 1936 年采自昆明西山的标本的写生, B—H. 临大叶种的石蜡切片)

分裂,分化成孢子体的各种器官。 莖 莖分表皮、皮层、中柱3部分。皮层肥厚具細胞多层,都是薄壁細胞,沒有厚壁的。中柱的式样从管状到分体的都有。有叶隙。木质部的发育是内始式,有射线。木质、韧皮2部的位置是内外排列(图184. B—C)。 根 根无根毛,具有根冠,頂端具1枚倒金字塔形的分生細胞。根的构造与莖相似,也是薄壁細胞很多,中柱仅居一小部分。皮层細胞中有細菌共生。中柱之外,具内皮层及中柱鞘。中柱通常是一或二原型,三、四原型的也偶有(图184. A, D—E)。 叶 叶原基細胞圓形,胞間隙很多(图184. A, F)。叶柄的构造与叶片相似,但細胞比較致密而已。維管束是内始式,内外排列,周圍有小型細胞圍繞着。 孢子叶球 当叶尚未长大时,孢子叶球就在叶的内面发生,其位置居于叶柄与叶片之中,球的頂端具1枚四面分生細胞,全子叶球由此分化而成。成熟子叶球的构造分为子叶球杆及孢子叶2部分,在杆之内,其构造与叶柄相仿佛。 孢子囊 在孢子叶的邊緣,最初由上而下,发生子囊带。不久,每1条带的細胞,間隔分成孢子原与不育細胞。孢原一再分裂,先成产孢細胞,繼成孢母細胞,最后經減数分裂成为孢子。在孢原外周的細胞平周分裂数次,成为多层,是为子囊壳。在子囊壳之内,包围于孢子組織之外,有1层不很发达的毡絨細胞。每1个孢子囊有1根維管束,这是它特别的地方。又子叶球杆中維管束的多少与它的生长位置,恰巧和2个叶柄相符合,且是相背而生长的2片叶片。因此,学者认为瓶尔小草的子叶球是2片沒有分开的孢子叶。而其孢子囊则是远軸而生的(图184. A, G—H)。

配子体 孢子的萌发虽有迟早的分別,但配子体的发育則都非常迟緩,且非有内生細菌不能发育。配子体成为不規則的柱状或圓錐体。分枝或不分枝,有假根或无假根,全体生长于泥土中或略露其頂。多数的是多年生,很少有一年生的(图185. I—J)。雌、雄配子器同体而生,都发生在配子体頂端的近旁。 雄配子器 雄配子体的表面,有生长特別迅速的細胞,即是雄配子器原始細胞。此細胞的第一次分裂是平周分裂,由此分成内、外2枚細胞。外細胞即雄配子器壳的原始細胞,日后分裂成熟成1层壳細胞。内細胞是雄配子的原始細胞,日后分裂为无数雄配子母細胞,每1枚母細胞发育2枚产毛体,不久分裂成2枚螺旋多毛的雄配子(图185. J—O)。 雌配子器 雌配子器发育之初,与雄的相似。其原始細胞也由配子体的表皮細胞分化而成。其第一次的分裂也是平周分裂,由此分成内、外2枚細胞。外細胞日后作十字形的纵裂,和再行横裂数次,結果分成頸細胞多层,每层含4枚細胞。内細胞先横裂成为上、下2枚,在上面的是中央細胞,由此横裂成为原始頸沟細胞及原始腹細胞各1枚。成熟的器中,其頸沟細胞通常是1枚而含2个核,少有分裂成2枚細胞的。而雌配子与腹沟細胞各1枚,則是原始腹細胞分化而成的。腹沟細胞不久即行退化而消灭(图185. P—R)。

胚胎 各种瓶尔小草胚胎发育的快慢很不一致,有一年即可完成的,也有須經過數年之久的。大概接合子第一次的分裂是横裂。其后胚胎完成的时候可分根、基足、子叶及莖这4个部分。根的发育也因种类而有迟、早的不同。

生长环境 瓶尔小草种类不一,产地很广。我国各地也常有产生。笔者于1938年及1952年在昆明,1940年在江西泰和,以及前南昌大学同事于1951年在南昌都曾采得。厦門和閩南其他地区,以及上海附近都有。在昆明生长瓶尔小草的地区是向东的坡地,且常与野草夹杂而生。

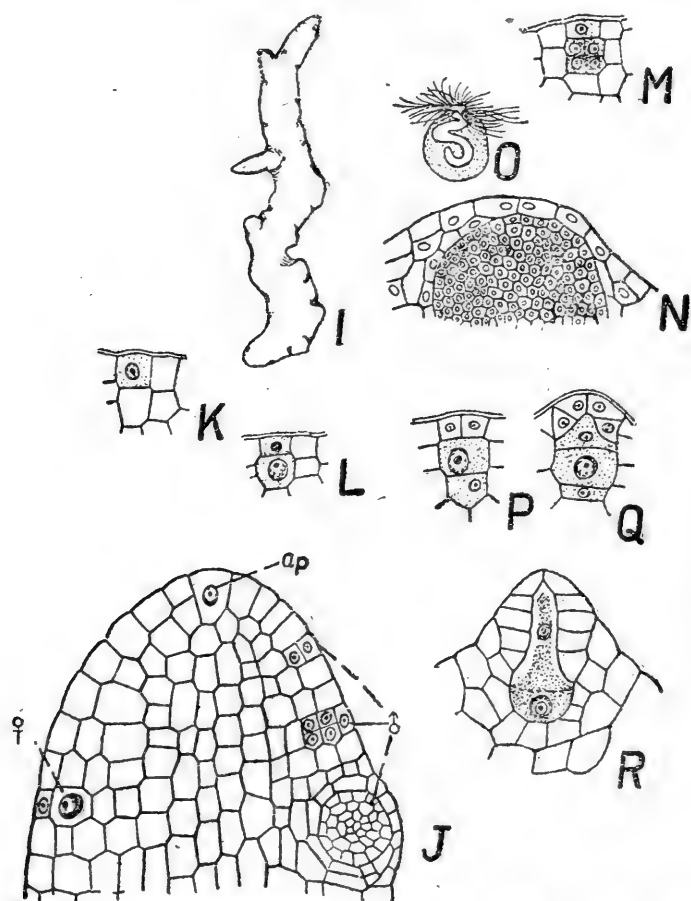


图 185. 配子体: I. 瓶尔小草(*O. vulgatum*)的原叶体; J. 原叶体尖端的纵切面, 表示: 最前端的分生细胞(有核的), 老幼不同的配子器; K—N. 雄配子器的发育; O. 雄配子; P—R. 雌配子器的发育。ap. 顶细胞。(I—R. 临 Bruchmann)

从栽培上发现, 它是比较喜欢阴湿的植物。

阴地蕨属(*Botrychium*)

孢子体 此蕨也是宿根草本, 其形态与瓶尔小草相仿佛。叶是一重或几重, 全缘的单叶或羽状分裂的复叶。孢子叶球与营养叶的形态相符合, 也有不分裂、分裂及多次分裂的分别。

内部构造 阴地蕨各部器官的内部构造与瓶尔小草大致相同。茎中具管状的中柱, 而木质部的发育是内始式, 维管束也是内外排列。但阴地蕨具形成层, 次生木质部很发达, 所以全茎的构造除其单独的顶端分生细胞而外, 与双子叶植物没有什么不同。

配子体 成熟的配子体成短柱状、卵形或扁块状。体长由 1—20 毫米不等。雌、雄配子器与瓶尔小草相仿佛, 但雌配子器的颈略长, 且比较凸出而已。

生长环境 阴地蕨多半生长于北半球温带地区, 但也有生长在南半球以及热带(如澳洲南部、新西兰及锡兰)的高山上。我国昆明西山附近各处、大理鸡足山等地都有产生。

七指蕨屬(*Helminthostachys*)

孢子体 七指蕨也是瓶尔小草科的1属,所不同的是具有掌状的裂叶而已。其余各方面都与瓶尔小草及阴地蕨大致相似。

内部构造 中柱是管状构造,有内部及外部皮层。木质部的发育是中始式。其余方面没有什么特殊之处。

配子体 七指蕨配子体生活的时期不长,原叶体柱筒形具不规则的分枝,且常发生不定芽来进行无性繁殖。

生长环境 此蕨生于温暖湿润的地区。例如,印度、马来一带,我国台湾和海南岛都有。

观音座莲目(MARATTIALES)

本目特征 本目植物都是陆生草本,叶是复叶,很少数的只有1片小叶片。叶形从小到极大的都有,幼时顶端蜷卷,有膨大的关节,叶片厚而质略似皮革。茎是根茎或成球形,由茎部生长托叶状的附属物。孢子囊成长圆或圆形的聚合囊。孢子囊远轴而生,其壳有数层细胞。原叶体生于地面,含叶绿体。

山马蹄属(*Angiopteris*)

孢子体 茎 茎短而肥,球状直立,大部分生于土中,其上生螺旋状排列的叶子。叶 叶是二重羽状的复叶。叶柄基部肥大,有肥大肉质的托叶。叶长5—6米。叶柄粗大如人臂。小叶片狭长而顶端尖细成尾状,有锯齿。1条中脉,支脉向两旁分布,二叉分歧。脉端并不连锁。孢子叶与营养叶没有区别。孢子囊 孢子囊成为子囊群,生于叶缘附近。根 根由茎向外发出,穿越托叶而达于土中,根肥大,具内生细菌。

内部构造 茎 幼茎是原生中柱,木质部同时有中始及内始2式,木质、韧皮2部成同心的周韧维管束,这就是韧皮组织围绕木质组织而生。较老的茎是管状中柱,最老的因叶隙渐多而成分裂的网状中柱。茎内少有厚壁组织。茎端在幼嫩时期,大概具1枚四平面的倒金字塔形顶端分生细胞。植物成长时,此单独的顶端细胞便分裂成多枚分生细胞。根 根具根冠。幼根的分生细胞大概也与茎相类似。根的中柱是二到十余原型。木质部的发育是外始式。叶 在中脉之下,皮层有厚角组织。叶肉分栅栏及海绵两种组织。因种类及生态的不同,有在上表皮之下发生1层下皮层的。叶脉的韧皮部围绕于木质部的外周,成同心维管束。孢子囊群 当孢子囊的发育快要完成时,孢子囊群开始发育。最初在叶脉之上出现1个椭圆形陷窝,短毛沿陷窝而生。由此陷窝发育成子囊群。其孢子原自下皮层细胞发生。由孢原不断分裂成孢子。绒毡层是孢原周围的细胞分化而成。当孢子囊成熟时,其最外1层壳细胞特别加厚,在孢子囊外方近于顶

端之处有 1 条环带細胞，橫繞于孢子囊。

配子体 孢子散布后，几天內即呈綠色。內壁膨脹，外壁被脹破。孢子先行長大，然后分裂。其第一次的分裂是橫裂，由此分成 2 枚大、小不同的細胞，小的发育延長成假根，大的繼續不断地分裂成为原叶体。原叶体最初是近乎球形的細胞团，由此擴張发育，漸成心状，或不很規則而呈二叉分歧的平展体。此平展体具有几层細胞，其腹面有凸出的垫。**雌配子器** 雌配子器生于垫中，少有发生于背面的。其构造与瓶尔小草的相似，但頸部比較粗短。其頸沟細胞大而含 2 个核。也偶然有在 2 核之間发生橫壁的痕迹。此器全部下陷于原叶体組織中。**雄配子器** 雄配子器散生于原叶体的腹、背两面。形大而下陷。其构造也与瓶尔小草的相同。雄配子螺旋状多毛，体形很大，1 个器之中，有产生几百枚之多的。

胚胎 接合細胞最初延長，然后橫裂成胚柄及胚的本身。胚柄細胞多寡不等，最少的是 1 枚，多則数枚。胚的本身細胞不断地分裂成 1 个多細胞的球状体。莖、根、叶都由接近雌配子器底的下半部球体所发育。其上半部虽然叫做基足，但其构造很不象 1 个完善的基足。胚胎漸长，終成独立的植物。而每 1 个原叶体，只生 1 个幼苗。

生长环境 山馬蹄生长于热带及亚热带地区。在錫兰、爪哇等地都有生产。我国云南、福建、台灣各处都有发现。生长的环境多在森林阴湿地区。它的根含有淀粉类的碳水化合物。解放前，云南边界的少数民族拿它作食粮，閩南人在荒年时則取它充飢。

古观音座蓮属(*Archangioteris*)

孢子体 **莖** 莖匍匐生长于泥土中，**根** 根粗大，不分叉，由地下莖的下半部长出。**叶** 叶長約 1 米，是一重羽状的复叶，每 1 片叶子具 7—12 个小叶片，小叶片的柄膨大成节。叶中有脉，支脉由此向旁側分布。脉是二叉分，末端分开，不連鎖。叶柄中部膨大而基部有膨起的托叶构造。叶柄生长多細胞的鱗毛。孢子叶与营养叶的形状沒有分別。**孢子体** 孢子囊成为孢子囊群。每 1 条支脉的两旁各生多枚子囊，而成为一行。子囊長圓形而頂端略向下陷凹，沒有环带，开裂是縱裂，子囊之旁有成为綫体多节而分歧的毛。**孢子** 孢子很小，圓形。外壁很薄，密生极小的短刺状突起(第四編卷首图)。

产生地点 此特殊蕨类只有 1 属，約 4 种，产于中国与越南。其中 1 种，馬蹄蕨(*A. henryi*) 产于云南南部蒙自附近。

(二) 薄囊蕨亚綱(LEPTOSPORANGIATAE)

本亚綱特征 本亚綱蕨类陆生或水生。孢子囊壳只有 1 层細胞。孢子囊的原始細胞最初橫分成上、下 2 枚細胞，上細胞发育成孢子囊，下細胞发育成子囊杆。孢子同型或异型。

蕨目(FILICALES)

本目特征 薄囊蕨亚綱中仅有本目 1 目，但从前的人也有分为真蕨亚目“*Eufilicinae*”及冰

蕨亞目“Hydropteridineae”的。前者陸生而孢子同型，后者水生而孢子異型。蕨目又名真蕨目，其科、屬、種類很多。現在略擇主要的敘述如下。

紫萁屬(*Osmunda*)

孢子體 紫萁屬於蕨科(Osmundaceae)，是多年生草本。莖短而堅，外周被葉柄基部及堅硬色黑的根所包圍。通常全部或一部分的莖埋于腐殖質中。葉 葉是復葉，很大，其長可及2—3米，是一重或二重羽狀復葉。葉柄基部有托葉狀的翼。各種紫萁葉片的厚薄不一樣，由皮革質到極薄的都有。葉常常生在莖的頂端，成螺旋狀排列，具有很多細長柔軟的毛(圖 186. A, D, E)。根 每1葉柄基部之下，發生兩條不定根。根粗糙、堅硬、分枝繁多，包裹莖外。生長濕地的，其露于空氣的根，有棕褐色根毛，密生外周(圖 186. A)。孢子葉 凡是生長孢子囊的葉片都沒有綠色，且葉片也退化，成為孢子葉。在葉子上，有分營養與能育(孕育)2種葉片的。也有絕對分開為不同的孢子葉與營養葉2種的。如紫萁(*O. japonica*)的孢子葉，不呈綠色而呈黃褐色，孢子謝落，馬上就枯萎了。但也有在普通孢子葉的下半部(如圖 186. B)或上半部(如鋸齒蕨)特化成營養葉的(圖 186. C)。紫萁的孢子囊生于孢子葉的“分枝”上(圖 186. B)。孢子囊 孢子囊梨形而具有粗短的柄。環帶丛生於頂端附近，成1團厚壁細胞，或是1條短而寬的橫條。每1個子囊產生128—256枚孢子。孢子 孢子濃綠色，很大，形圓，而有三角形突起的脊(圖 186. F—H)。

內部構造 莖 莖的頂端具1枚四平面倒金字塔形的分生細胞，莖的構造由此分化而成。莖的外周，有葉柄基部圍繞着。皮層寬厚，具棕黑色厚壁組織。中柱細小，當孢苗在最幼嫩時，中柱的構造是原生中柱。稍長，則成管狀中柱。莖中除外生韌皮組織與外生內皮層而外，也偶有發生內生韌皮部及內生皮層的。維管束的橫斷面，有的成馬蹄形或半圓形。這和古代的种类相同。木質部的發育是內始及中始兩式。韌皮、木質兩部的排列是內外式。葉迹彎曲常成新月形。中柱全部的維管組織分化成1個網狀的筒(圖 186. I—J)。根 根尖具1枚四平面側金字塔形的分生細胞，根尖有根冠。根有中柱鞘細胞2,3層。中柱是二原型，但偶有三原型的。葉 葉脈具有同心維管束，其分布是開放脈序。表皮1層，氣孔生于下面。葉肉有胞間隙，細胞疏松排列。柵欄、海綿二組織的區別並不顯明。全葉的組織是由1枚三平面的分生細胞分化而成。幼葉生毛很多。葉柄 葉柄中有1條維管束，其橫切面成半月形，這也與古代紫萁類相同(圖 186. D)。而構造則是同心的。內皮層不很顯著。有無數膠質細胞散生在維管束之內。孢子囊 孢子囊發育的情形，與一般薄囊蕨不很類似。其原始細胞與其他薄囊蕨相同，也是由1枚孢子葉的表皮細胞特化而成。但其全部或一部分的子囊柄則是由原始細胞鄰近諸細胞分化而成，這是和其他薄囊蕨所不同的。孢子囊的原始細胞平周分裂成內、外2枚，外細胞是子囊壳原始細胞，繼續分裂成為單層多細胞的子囊壳。內細胞是孢原。孢原向四周分裂成絨氈細胞及留居中央的初生孢細胞。由初生孢細胞繼續分裂，成為產孢組織。再經過孢母細胞及減數分裂各步驟而成孢子。

配子體 孢子萌發時，內壁發生膨脹，將外壁依三角形的脊脹破，于是內壁由裂口向外凸出。當細胞略行延長之後，即發生橫斷分裂，將1枚細胞分成較小的假根細胞與1枚較大的原葉

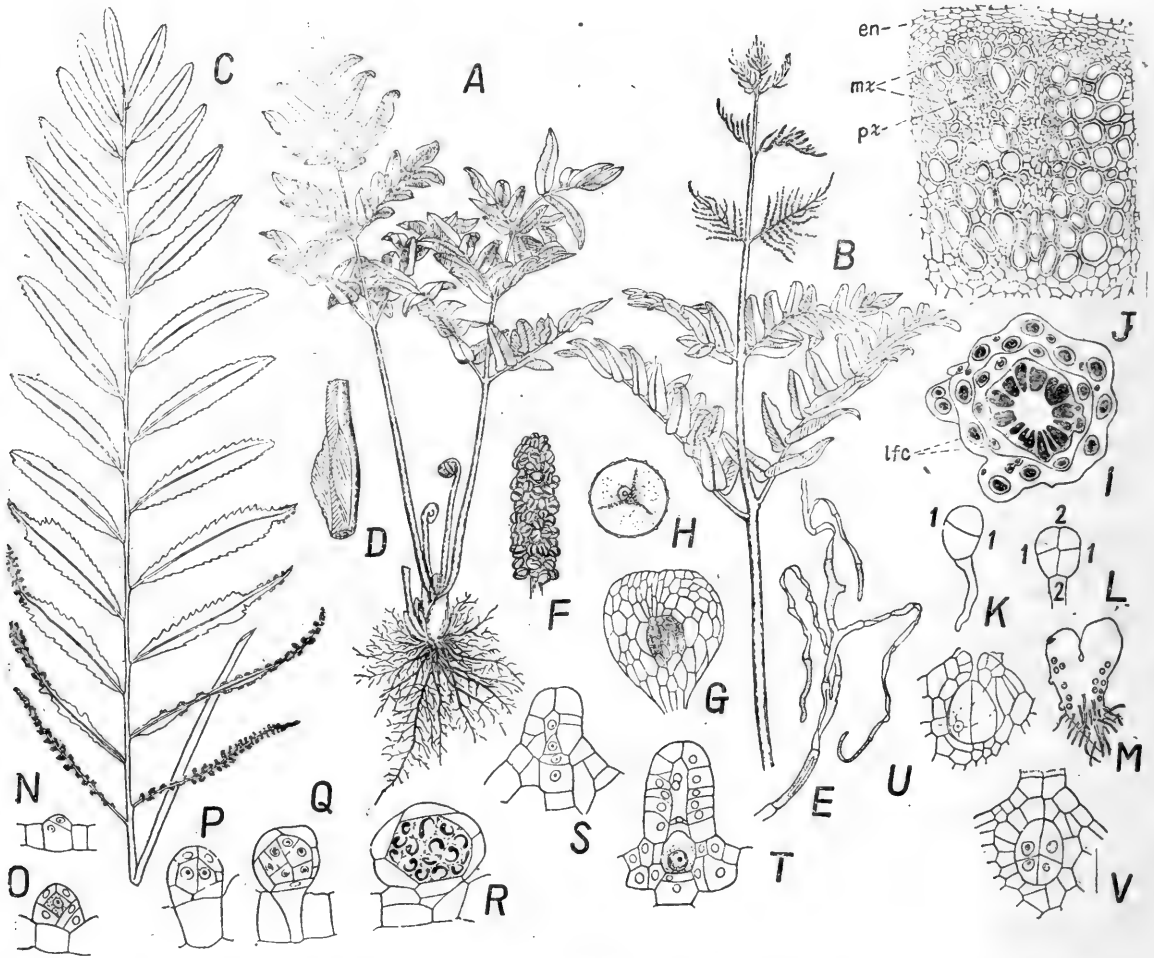


图 186. 紫萁: A—B, D—H. 紫萁 (*Osmunda japonica*); A. 幼植物写生图; B. 叶的写生, 其上端是孢子叶; C. 鋸齒蕨 (*O. banksiaefolia*) 叶的写生, 全叶下部的小叶片是孢子叶; D. 叶柄, 表示: 翼状的托叶构造; E. 胶质绵毛; F. 成球的孢子囊; G. 孢子囊; H. 四面型的孢子; I—J. 柱皮蕨 (*O. cinnamomea*): I. 茎横断面略图, 表示: 维管柱、射线、叶迹、厚壁皮层组织; J. 维管束的一部分, 表示: 中始式的木质部及外韧管状构造; K—M. 孢子的萌发及原叶体的形成; N—R. 雄配子器的发育; S—T. 雌配子器的发育; U—V. 另一种蕨 *O. claytoniana* 胚胎; U. 4 细胞时期; V. 8 细胞时期。lfc. 叶迹; en. 内皮层; px. 原生木质部; mx. 后生木质部。(A—B, D—H. 实物写生; C. 临腊叶标本; I—J. 临石腊切片; K—L, S—T. 临 Campbell; M—R. 临 Smith; U—V. 自 Eames 临 Campbell)

細胞。原叶細胞最初橫分, 再縱裂, 便成为 4 枚細胞。在此 4 枚細胞中, 居最前的 1 枚就是分生細胞。由此不断分裂, 即成为肉質而色深綠的原叶体。各种紫萁的原叶体形状不很一致, 即在同一个种类, 又每因性别而有所不同。生雄配子器的, 其形长而狭, 且不很規則, 生雌配子器的, 則成心脏形而有中脉 (图 186. K—M)。雄配子器 雄配子器生长在原叶体的頂端或邊緣的下面, 通常与雌配子器异体而生, 但也有同体的。雄配子器发育之初, 較其他原叶体細胞生长得更快一些, 不久, 膨凸出于邻近各細胞。由此, 橫而斜裂为大、小不同的 2 枚細胞, 居于上方而較小的, 是雄配子器的原始細胞。此后, 雄配子器原始細胞繼續向三方面橫斜分裂。成为柄与基部。居頂

端的1枚金字塔形細胞又橫分成上、下2枚。上細胞是壳原始細胞。下細胞是初生的雄配子產生細胞。壳原始細胞縱裂多次，成為幾枚細胞。其中最後分成的1枚細胞居器的頂端或旁側，成為蓋細胞。當器成熟時，此細胞向外開裂與厚囊蕨相同。在壳內的初生雄配子產生細胞，先縱裂成2枚細胞，然後分裂成為100余枚雄配子。雄配子螺旋彎曲，頂部絨毛叢生，構造與木賊的相同(圖186. N—R)。

雌配子器 雌配子器沿邊或依中脈而生在原葉體的腹面，它發育的步驟與瓶爾小草的相彷彿。最初發育的雌配子器母細胞不很顯著，第一次的分裂是橫斷分裂，將母細胞分成蓋細胞及內細胞。內細胞有再橫分成中央及基部2枚細胞的，也有不分的。蓋細胞作十字形的縱裂，成平列的細胞4枚。日後，再橫斷分裂多次，成為6層壳細胞。雌配子器的頸部直生，向外凸出。1枚頸溝細胞，具有2個核，也偶有橫壁發生於2個核之間的(圖186. S—T)。

胚胎 接合細胞依頸管作十字形的縱裂成4枚細胞，繼而橫裂，便成為8枚細胞。如此不斷分裂，不久，便成1個多細胞的胚胎。子葉與幼葉是從靠近頸管的半球體分化而成。基足由另外的半個分化，基足很大而深入原葉體組織中。根的發育是內生式(圖186. U—V)。紫萁與各種薄囊蕨相似，其孢子體通常由原葉體腹面的旁側向外生長而出。

生長環境 紫萁的分布遍於全球，尤以溫、熱2帶為多。我國自古早就已經知道它，在詩經召南上有“言采其薇”之句。薇大概就是紫萁。從前的人常取其嫩葉以供食用。所以玉篇稱薇為菜。其所以叫做薇的緣故，是因為它“似藿菜之微者也”。筆者所見產紫萁的地區是江西廬山，雲南昆明附近以及福建各地。其化石種之一(*Osmunda lignitum*)在我國東北撫順第三紀地層中曾有發現。

海金沙屬(*Lygodium*)

孢子體 海金沙屬屬於海金沙科(*Schizaeaceae*)。 **莖** 莖是地下莖，匍匐生長，沒有鱗片。 **葉** 葉軸無限伸長，細長而攀緣。葉成羽狀或掌狀分裂。葉脈二分叉，脈序開放。 **孢子囊** 孢子囊2行，生於葉背的邊緣。孢子葉較營養葉略小，而形狀沒有區別(圖187. A—B)。孢子囊橄欖形。環帶成杯狀，生於比較尖小的一端，有特化的口，杆短，生於中部(圖187. E)。每1個孢子囊有1條葉脈通連着。孢子囊由葉緣特化的“假子囊群蓋”來保護着。 **孢子** 孢子四面形，產量很豐富，每1個囊中產生128—256枚(圖187. F)。

內部構造 **莖** 海金沙地下莖的構造至為簡單，其中柱是原始中柱，木質部的發育是外始式。據鮑威的意見，海金沙莖內沒有膜式的原生木質部[Bower & 1908]。筆者從切片看來，在其橫斷面上，則原生、後生兩種木質部顯然不同，但其加厚的花紋是否相同，則因限於材料，尚未能妄加否認。葉迹也簡單，是1條單獨的同心構造而已(圖188. G, H)。 **孢子囊** 孢子囊發生於葉的邊緣。當發生之際，葉片向其旁側伸長擴張，因此，其位置便由邊緣變成背面。此種轉移位置，名為“發生溜滑”(Ontogenetic slide)。孢子囊發育的步驟不似其他薄囊蕨類，而與瓶爾小草相似。其孢子囊的發育與整個葉緣組織都有關係，並非由1枚單獨的表皮細胞分化而成。所以其孢子囊是孢子葉的1小葉片特化而成，且有葉脈與它通連(圖187. A, D)。

配子體 原葉體扁平，綠色，心臟形。最初，孢子萌發成綫狀體，不久，頂細胞向兩旁分裂，成

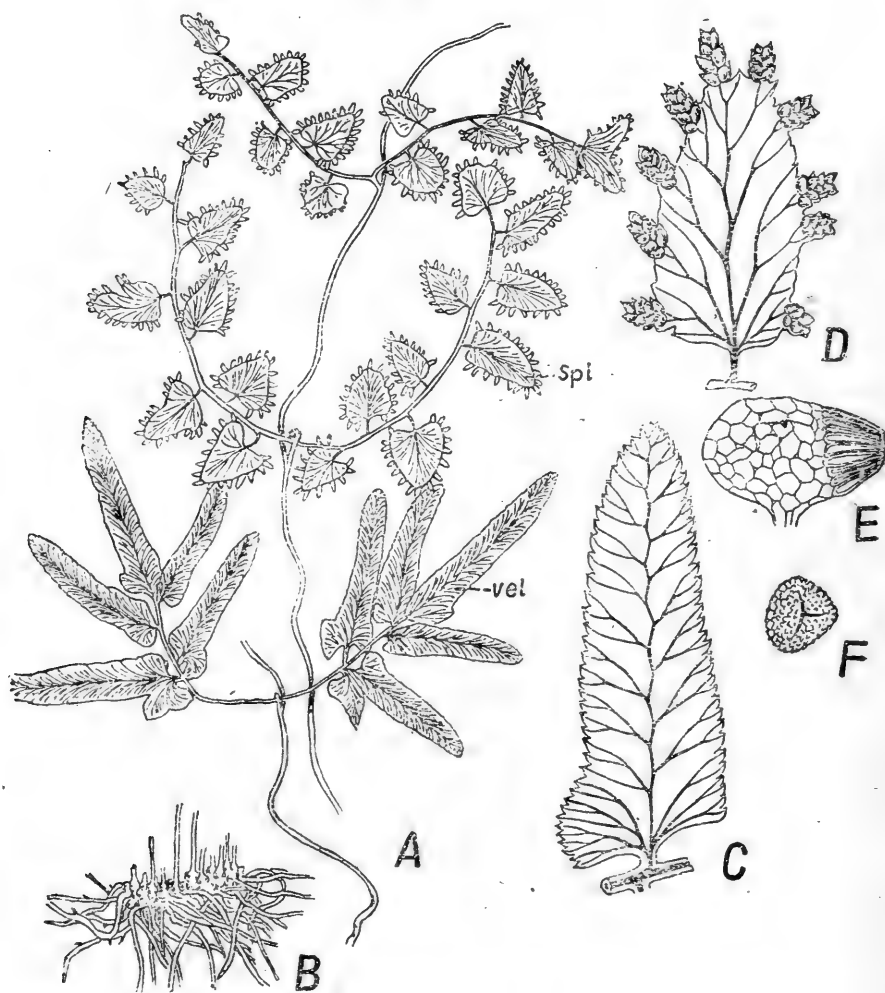


图 187. 海金沙: A. 羽叶海金沙 (*Lygodium fluxuosum*) 的营养叶及小叶海金沙 (*L. scandens* = *L. microphyllum*) 的孢子叶写生图; B. 羽叶海金沙的根; C. 羽叶种一片小叶, 表示叶脉分布; D. 小叶种的小叶片, 表示叶脉和分布于边缘的子囊群; E. 小叶种的孢子囊; F. 孢子。spi. 孢子叶; vel. 营养叶。(1938 年采自云南河口的腊叶标本的写生)

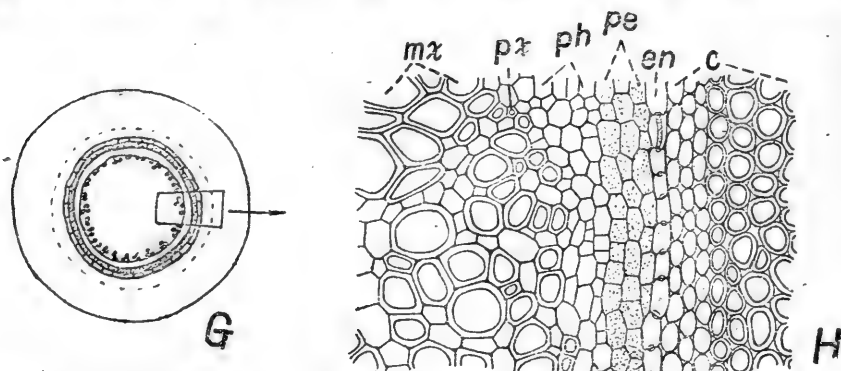


图 188. 海金沙: G. 茎的横断面略图; H. 茎的一部分放大。mx. 后生木质部; px. 原生木质部; ph. 韧皮部; pe. 中柱鞘; en. 内皮层; c. 皮层。(临石腊切片)

兩平面的分生細胞,原葉體便成為心臟形。但最後長成不規則的。配子器 雌、雄配子器大概與其他薄囊蕨沒有差異,只是雄配子較多,而雌配子器的頸比較直一些而已。

胚胎 胚胎發育的步驟與其他薄囊蕨相同。

產生地點 海金沙科是較小的1科,但分布很廣,在我國習見的象:海金沙(*Lygodium japonicum*)是1種攀緣的藤本,自我國的陝西一直到澳洲的新西蘭都有生產,據江西農民說,此蕨搗汁和酒,可解蛇毒。海金沙的1種(*L. Kaulfussii*)是第三紀時代植物,其化石發現於東北古城子及千金寨等地。

芒萁骨屬(*Dicranopteris*)

孢子體 芒萁骨屬屬於里白科(Gleicheniaceae),是陸生草本,多半旱生。莖 莖是地下莖,匍匐生長,長而分歧,具毛。根 根是須根,由地下莖的下面向外發生,成為3行或沒有次序。葉 葉成單行,由匍匐莖的上面生出,是羽狀複葉。分叉處有休眠芽。此外,有托葉狀的葉片構造(圖189.A)。葉脈多次分歧,末端不分离,被毛。孢子葉與營養葉沒有差異(圖189.B, F)。孢子囊 6—12枚孢子囊成為1群,生于葉背小脈中部成為2行,無子囊群蓋(圖189.C—D)。孢子囊具短杆,環帶完全,斜繞于子囊上。孢子 孢子四面型(圖189.F)。

內部構造 莖 芒萁骨的莖多半是原生中柱,也有的略作星狀構造,很少的具雙韌管狀中柱,以及外韌管狀中柱而有內生內皮層圍繞髓部。無論中柱的構造如何,木質部的發育一概是中始式。莖的構造如果是原生中柱,則管胞與薄壁細胞間雜而生。木質部的外周有韌皮組織包圍着,再外則是中柱鞘,內皮層圍繞于中柱鞘之外,而緊貼皮層之內,皮層雖是薄壁組織,但其壁加厚得非常顯著,通常全部硬化成厚壁構造(圖189.C—H)。葉柄 葉柄基部的維管束成半圓形而兩端向內彎卷。當其老時,半圈開口處有的分化後生木質部,于是全部的構造便成為1個偽管狀中柱。在芒萁骨(*D. linearis*)的葉柄完全是雙韌構造(圖190.I)。內皮層的凱氏點分化明顯,不象在莖中的不易分辨。而易于使人發生錯誤(比較圖190.H,及[Bower 1908] 561頁圖313.C,與[Smith 1938] 303頁圖173.B即可知道)。根 根分枝繁多,中柱的構造是二到四原型。中柱鞘1層,緊繞于原生木質部及韌皮部的外周,內皮組織1層,圍繞維管束之外。由內至外,皮層共4,5層,愈在外面的其壁愈厚,最外面的連細胞腔也剩下得沒有多少。所有皮層細胞的壁都成棕黑色,腔中滿貯碳水化合物的小顆粒(圖190.J)。孢子囊 子葉發育之先,由葉的背面向外發育1個立體的子囊托(圖190.K)。子囊由其邊緣,或邊緣及頂端各方,向外發生(圖190.K—M)。芒萁骨每群子囊的數目是5—10枚,但也有較多的。子囊發育的步驟與標準的薄囊蕨式大到相同。其中央細胞與其他里白科的蕨類不同,并不下陷于子囊托的組織中(圖190.N)。絨氈層最先僅有1層細胞,包圍中央細胞而生。不久,平周分裂為內、外2層,內層膨大得很顯著,且通常有多核現象(圖190.O)。其細胞壁最終被吸收而消失,原生質及細胞核凝集而混合于孢子組織之旁。絨氈層的外層緊貼于子囊殼之內,其形狹小(圖190.O)。在成熟的子囊中,尚有其遺迹可尋。子囊的最外層,永遠是單層構造,當子囊發育生長之時,其細胞也行輻射分裂。環帶是

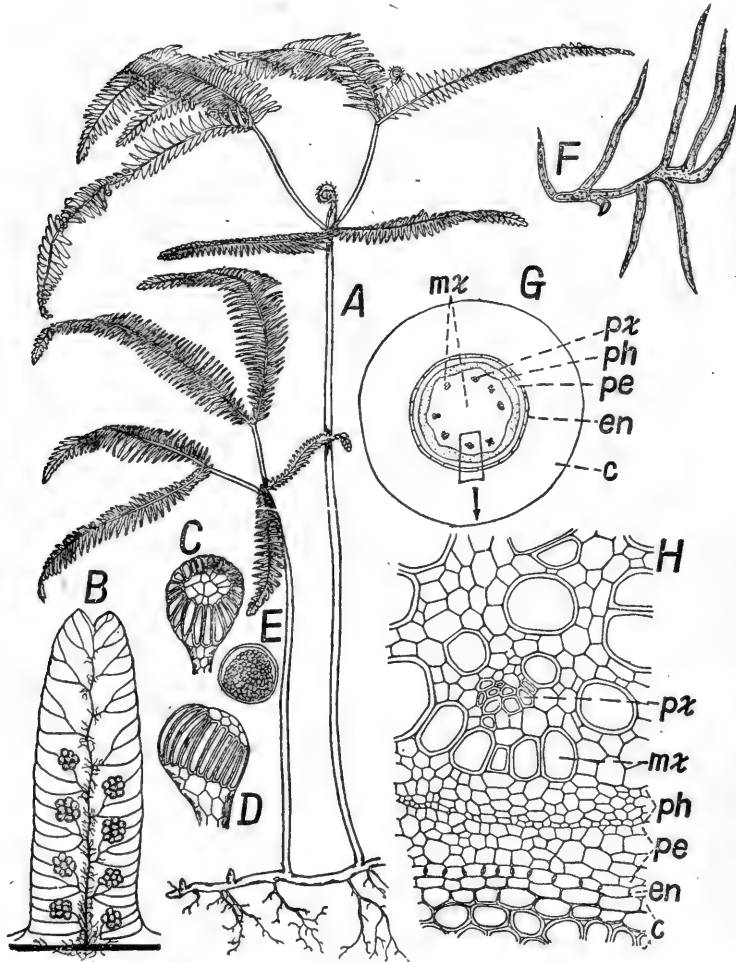


图 189. 芒萁骨: A. 芒萁骨 (*Dicranopteris linearis* = *D. dichotoma* = *Gleichenia linearis*) 孢子植物体的写生图, 表示: 匍匐茎、直立茎、顶芽、托叶状的构造, 假二叉分枝等; B. 叶脉分布及子囊群; C. 子囊正面观; D. 子囊侧面观; E. 孢子; F. 分枝的毛; G. 匍匐茎的横断面略图; H. 中柱一部分的放大。px. 原生木质部; mx. 后生木质部; ph. 韧皮部; pe. 中柱鞘; en. 内皮层; c. 皮层。(A—F. 实物写生, G—H. 临活物徒手制片)

冠細胞及旁側細胞所分化而成。居子囊中央的孢子原不断地分裂成为孢母細胞, 經減数分裂后成为四分孢子, 最后分散成孢子。芒萁骨每 1 个子囊中, 孢子的产量是 251 及 319 两种, 但同科中有的多到 800 以上, 若依产生孢子的細胞而推算, 則竟可多到 1,440 枚, 但实际上沒有如此众多的。鮑威[Bower 1908]曾取 4 种芒萁骨的孢子产生量来計算, 而得着平均的数目是 256 枚。

配子体 配子无綠色, 孢壁很厚, 发育迟緩, 发育的步骤与原叶体的形式、构造都和紫萁相同。原叶体也是 1 个薄片体, 而中部也有較厚的中脉(图 190. P)。雄配子器生在 1 面或 2 面, 而雌配子器只生于腹面。**雄配子器** 雄配子器发育的步骤也与紫萁相类似。但雄配子的产量較多而已(图 190. Q—R)。雄配子的形式与其他高等真蕨相同。**雌配子器** 雌配子器发育的步骤与其他薄囊蕨相同。成熟雌配子器的頸部特別长, 高 8—12 层。頸直生或弯向原叶体的分生細胞。器內多半具有 1 枚頸沟細胞, 而含有 2 个核(图 190. S)

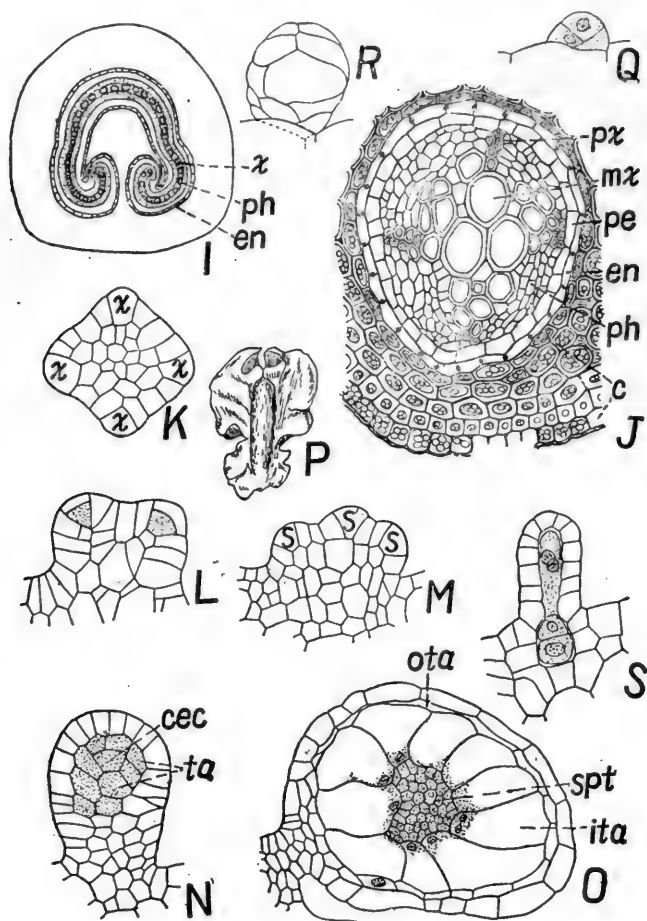


图 190. 芒萁属: I. 叶柄横切面; J. 根的横切面, 表示: 四原型的木质部并厚壁皮层细胞等; K-O. 孢子囊形成; K. L. 另种芒萁属 (*G. flabellata*); K. 幼子囊群的平切面; L. 同 K 的纵切面; M. 芒萁属的幼子囊群; N. 另种 *G. circinata* 幼孢子囊的纵切面; O. 另种 *G. flabellata* 将成熟的子囊, 表示: 内层绒毡细胞特别膨大; P-S. 另一种 *G. pectinata*; P. 原叶体; Q. 幼雄配子器纵切面; R. 成熟雄器表面观; S. 雌配子器。pr. 原生木质部; mx. 后生木质部; ph. 韧皮部; pe. 中柱鞘; en. 内皮层; c. 皮层; x. 木质部; s. s'. 子囊原始细胞; cec. 中央细胞; ta. 绒毡细胞; ota. 外绒毡细胞; ita. 内绒毡细胞, spt. 产孢组织。(I-J. 临徒手切片, K-O. 临 Bower, P-R. 临 Campbell)

胚胎 胚胎如何, 现在知道得还不详细, 大概是薄囊蕨式的发育。当胚胎在 4 枚细胞时期, 其靠近原叶体前面的 2 枚细胞分化成叶及茎, 后 2 枚成根与基足。

生长环境 里白科蕨类多生长于南半球的温、热 2 带。在向阳干旱山坡成片生长。我国产的有多种, 其产区由长江以南直到华南的香港、海南岛、西南的云南、贵州等地。

苹属(*Marsilea*)

孢子体 苹属属于苹科, 是水生蕨类, 生长于水塘中。茎 匍匐生长在淤泥中。叶 叶柄很长, 叶是羽状复叶, 具 2 对小叶片, 叶二叉分歧而末端不分离。孢子囊 孢子囊有特殊的壳包裹着, 成为小坚果状的孢子果。孢子与孢子囊都有大、小的分别, 大孢子囊中有 1 枚大孢子,

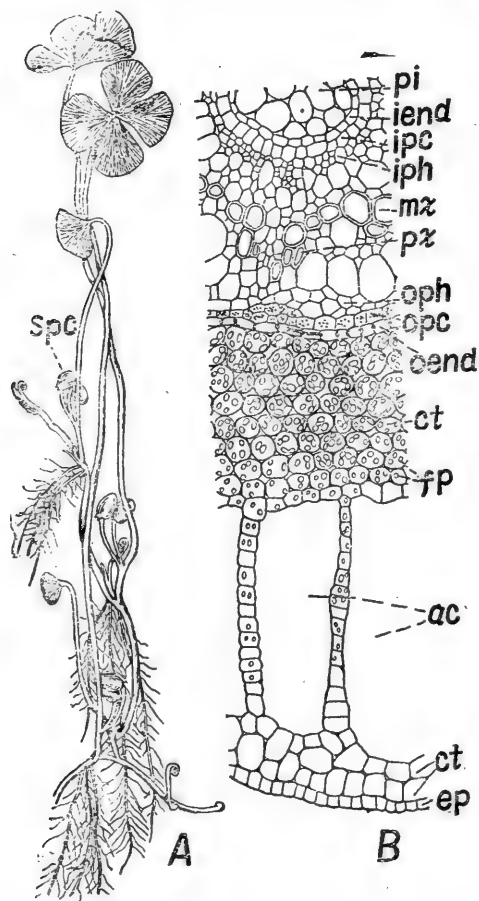


图 191. 苹: A. 苹 (*Marsilea quadrifolia*) 的写生图, 表示: 叶序、分枝、腋芽、幼叶、孢子囊、不定根; B. 匍匐茎一部分的横断面, 表示: 双韧管状中柱。spt. 孢子果; ep. 表皮层; ct. 皮层; ac. 气室; fp. 食物粒; oend. 外生内皮层; iend. 内生内皮层; opc. 外生中柱鞘; ipc. 内生中柱鞘; oph. 外生韧皮部; iph. 内生韧皮部; px. 原生木质部; mx. 后生木质部; pi. 髓。(A. 实物写生, B. 徒手切片)

小孢子囊中有多数小孢子(图 191. A)。

内部构造 茎 苹的茎中具有双韧管状中柱, 有内生、外生内皮层及叶迹, 木质部的发育是外始式(如 *M. vestita*), 也有原生木质部分化得不很明显的, 象苹(*M. quadrifolia*) (图 191. B)就是这样。

孢子果 孢子果是特化的叶片。其内, 满生孢子囊。孢子囊之外, 另有子囊盖包围着。孢子果非常坚硬, 且富有抵抗力, 从已经干固 50 年的腊叶标本或浸泡于 50 度酒精中 20 年的孢子果, 其孢子都还能萌发。当它一旦偶有破裂, 其中胶质体立即吸收水分而发生膨胀, 孢子果因膨胀而向两边开裂, 成为两瓣。胶质体自荚内向外延长成 1 囊状构造(图 191. A, 图 192. E—F), 子囊群固着其上, 孢子囊有大、小之分, 其发育都是薄囊式(图 192. G), 小孢子囊含小孢子多枚, 大孢子囊仅含 1 枚大孢子。

配子体 **雄配子体** 雄配子体都在孢子的内部发育, 其步骤与卷柏相似, 雄配子体中发生 2 枚雄配子器。雄配子将成熟时, 孢子壁才开始破裂, 雄配子器便凸露于外。雄配子甚为别致, 前部尖细, 愈后愈粗, 作螺旋状的弯曲 10 余次, 尾部圆钝成球囊, 内含淀粉及蛋白质的颗粒。纤毛多根, 生于螺旋处较后的部分(图 192. H—O)。 **雌配子器**

大孢子长圆形, 一端有小型球状的凸起, 雌配子器即在此凸起的构造之中, 雌配子器发育的步骤

与其他蕨类相同。成熟的具有 2 层颈细胞, 每层是 4 枚细胞。器中有雌配子细胞, 腹沟细胞与颈沟细胞各 1 枚。雌配子体成熟时, 大孢子壁之外, 发生胶质层(图 192. P—R)。

胚胎 交配之时, 雄配子穿进胶质层(图 192. S), 再入于雌配子器内, 然后与雌配子融合。接合子的萌发非常迅速, 其发育的步骤, 与其他薄囊蕨没有什么差别。最初接合细胞依雌配子器颈管而纵裂(图 192. T), 然后横分。在 4 枚细胞的胚胎中, 日后每 1 枚细胞分化成 1 个器官: 即茎、子叶、根、基足。茎与基足居于下, 茎之上是子叶。基足之上是根, 最先发育的叶, 无小叶片。随后发育的, 具 1 对小叶片。最后发育的是具 4 枚小叶片的(图 192. U)。

生长环境 苹科的分布很广, 产生于温带及热带, 澳洲生产很多, 苹(*M. quadrifolia*) 是我国的习见种, 南北各地都有产生, 而以江南各地为多。本草集解有“四叶合成一叶如田字者苹也”,

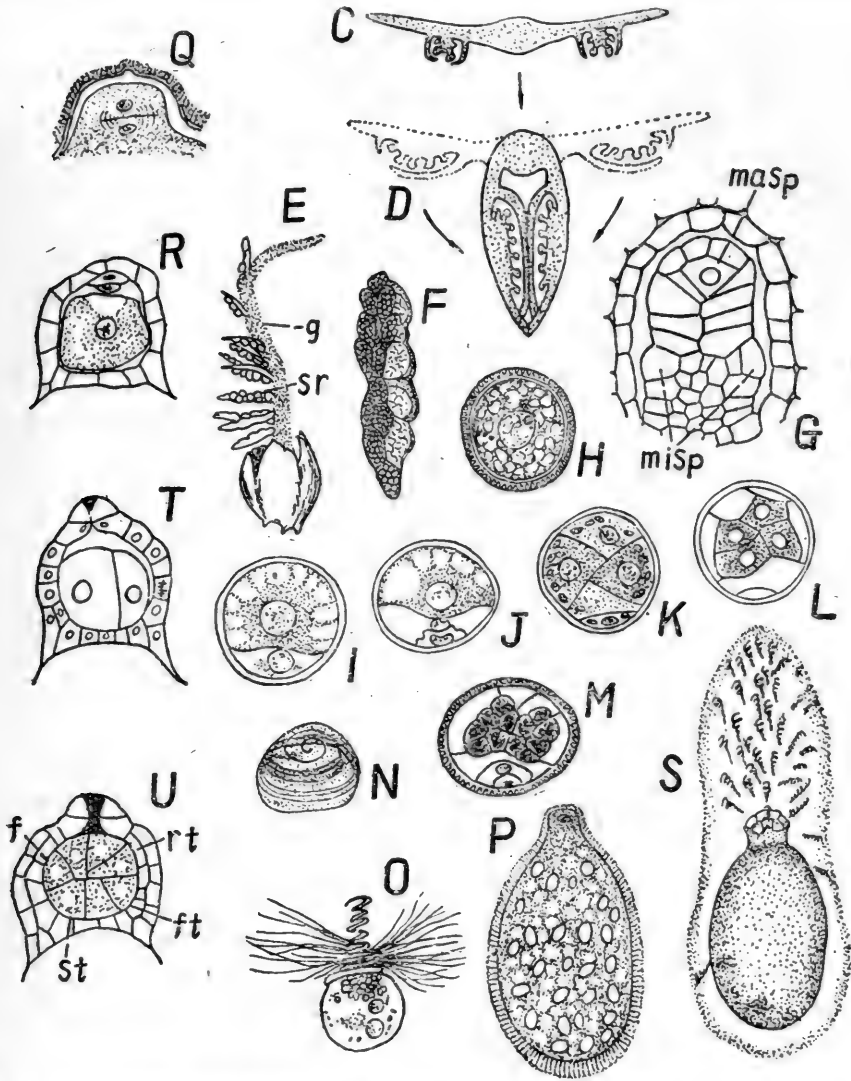


图 192. 蕨: C—D. 孢子果演化过程想象图; E. 子囊的萌发; F. 子囊群的放大表示: 大、小孢子囊及孢子; G. 孢子囊的发育; H—O. 蕨的一种 *M. vestita* 雄配子器及雄配子的形成; P—R. 同上种雌配子器的形成; S. 雄配子进入雌配子体的胶质层中; T—U. 胚胎的发育。sr. 子囊群; g. 胶质体; masp. 大孢子囊; misp. 小孢子囊; lf. 叶; rt. 根; ft. 基足; st. 茎。(H—J. L—M. O. R. T—U. 临 Campbell, p—Q. S. 临 Smith, N. 自 Campbell 临 Shaw)

而詩經召南則有“于以采芣”，这說明我国人民对于芣早就有了認識。

膜叶蕨属(*Hymenophyllum*)

孢子体 膜叶蕨科(*Hymenophyllaceae*)蕨类, 通常小型。 **莖** 莖細小, 匍匐生长, 附生树干及岩石上, 很象地衣与苔类, 且由叶腋分枝。 **根** 較小的种类沒有根, 而莖与叶柄甚至叶片上均可发生根毛, 来行吸收功能。 **叶** 叶极薄, 多数种类的叶片与蕨相似。此类极薄的叶片也竟有能抗旱的。当其干到坚硬枯萎时, 一遇湿润即又苏活。叶片光滑, 或有毛, 是单叶或裂叶。分

裂时成羽状或二叉分。生有分到纤细象毛状体与生长水下的被子植物相似的。此外也有与苔类的原叶体相似的(图 193. A)。 孢子囊群 孢子囊生长成群, 子囊群生在叶的边缘, 而往往在 1 维管束的末端。子囊群盖有杯状、筒状、瓣状各式(图 193. B)。子囊通常很多, 由长形的托生出, 没有柄或具粗短的柄, 也有下陷生长的。其形状是近于圆球或成扁形。环带完全, 斜生或近于横生, 没有特殊的口。子囊产生孢子的数量由 32—421 枚。孢子囊的形成是薄囊式的模式发育, 其绒毡层含 2 层细胞。孢子叶与营养叶有别或无别(图 193. D—I)。 孢子 孢子四面型, 外壁很薄而有小凸起(图 193. F)。 无性繁殖 无配子生殖 与 无孢子生殖 都见于本科。

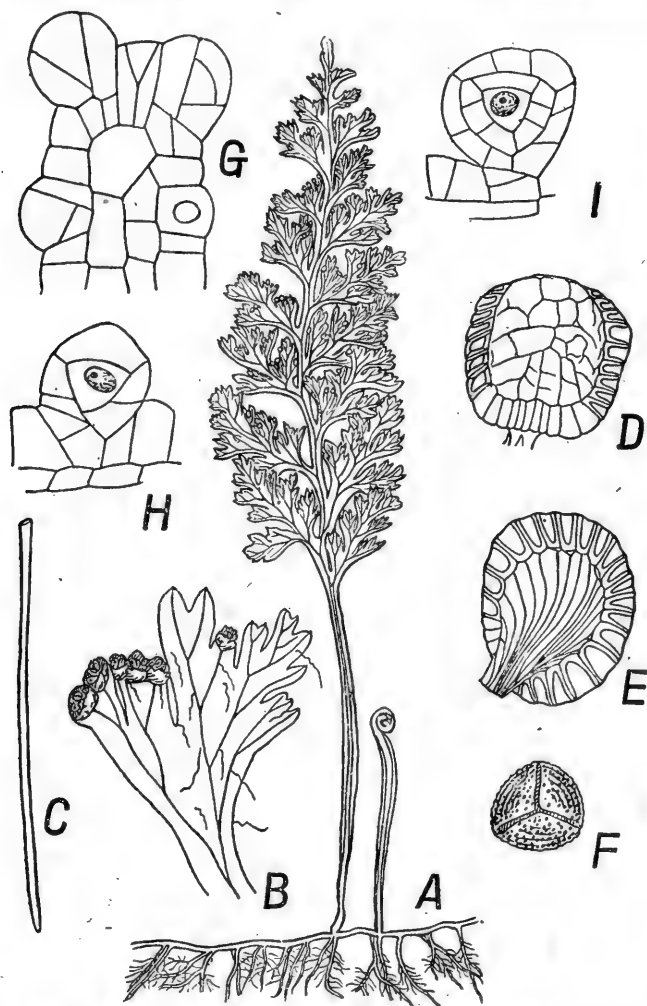


图 193. 膜叶蕨: A. 膜叶蕨(*Hymenophyllum badium*)写生图, 表示: 根、匍匐茎、幼叶、老叶、叶缘的子囊群; B. 叶片一部分的放大, 表示瓣状子囊群盖、子囊群及毛; C. 毛的放大; D—E. 子囊的正面及背面; F. 孢子; G—I. 另种 *Trichomanes cyrillotheca* 子囊的发育。(A—F. 临腊叶标本, 该标本系于 1935 年采自广东省惠阳县莲花山莲花寺, G—I. 临 Campbell)

内部构造 膜叶蕨的维管系统是很简单的。 茎 茎是原生中柱, 木质部除偶有外始式的而外, 一概属于模式的中始发育(图 194. J)。 叶 多数膜叶蕨类的叶片, 除叶脉而外, 只有:

层細胞而已(图 194. K)。偶有具支脉的,但其中并无維管束的存在。此外也有少数种类的叶片的厚度是3—4层細胞的,但无气孔及胞間隙。叶脉是二叉分歧(图 193. A—B),脉中的木質部很不发达。根 根的构造与一般薄囊蕨相似,是二原型或单原型(图 194. L—M)。但没有根冠,这是特別的。孢子囊 孢子囊由托而生,具有横繞而斜的环带,杆短。

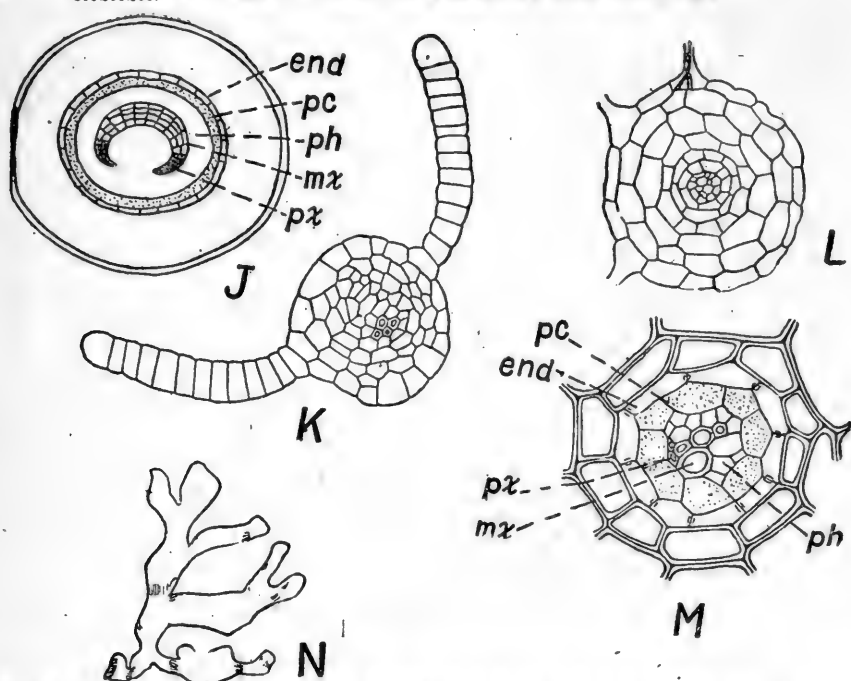


图 194. 膜叶蕨: J. 膜叶蕨的 1 种 *H. recurvum* 莖的横断面略图,表示:单原型的中柱构造; K. 另种 *H. australe* 叶的横切面,表示:单层細胞的叶片; L—M. 另种 *H. recurvum* 根的横断面; N. 某种膜叶蕨 *Hymenophyllum* sp. 的原叶体。end. 内皮层; pc. 中柱鞘; ph. 韧皮部; px. 原生木質部; mx. 后生木質部。(K. 临 Smith, 其余临 Campbell)

配子体 配子体有綫体、叶状、叶状而分裂或分枝或成带状等等。在綫体种类中,繁殖器官生于侧枝。叶状的則生在較厚的边缘或裂片上(图 194. N 及图 195. O)。雄配子器 雄配子器具单

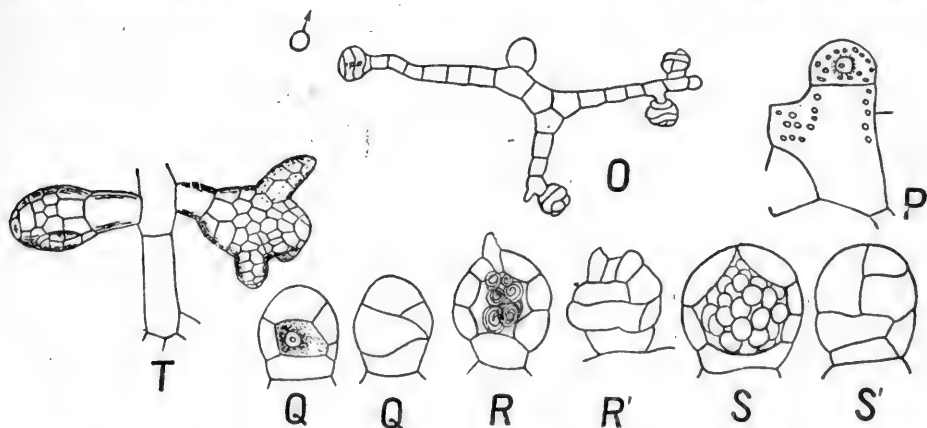


图 195. 膜叶蕨: O. 綫形雌配子原叶体; P—S'. 雄配子器发育过程; T. 膜叶蕨的一种 *Trichomanes rigidum* 的雌配子枝及雌配子器, R. S. 纵切面, R'. S'. 表面观。(T. 临 Goebel, 余临 Campbell)

細胞的柄，其壳具細胞數枚，與里白及薇2科很相類似。但大概沒有特殊的蓋細胞與漏斗狀的基細胞，其產生雄配子的數量必多於32枚(圖195. $O-S'$)。雌配子器 雌配子器成球而叢生於特部粗厚的繁殖枝上。其外有鞘包圍，器內與其他蕨類沒有不同，但其頸是直生或彎生(圖195. T)。

胚胎 知道得還不詳細，大概是薄囊式。

生長環境 此種蕨類多數產生於南半球，其分布很廣。自烏蘇里、庫頁島至新西蘭都有，在我國廣西、雲南、福建、台灣等地都有生產。生長在森林中陰濕的樹干或岩石上。

蔓屬(*Ceratopteris*)

孢子體 蔓也稱水蕨，原屬水龍骨科(*Polypodiaceae*)，今改歸蔓科(*Parkeriaceae*)，是水生或半水生植物。全體自由漂浮，或生長於泥混中。莖 莖短，匍匐或直立，有鱗片。根 根是須根。葉 葉2型，互生。營養葉直立或平展漂浮，皮革質，闊而光滑，羽狀分裂成具3小葉片。葉脈網狀，沒有內含的小脈。葉柄基部常發生不定根(圖196. A)。孢子葉 孢子葉直立，分裂較多，小葉片成綫條狀(圖196. $A-B$)。孢子囊 子囊杆很短，沿葉脈而生，滿布葉面。也有的成單行或雙行與葉脈平行，而生在邊緣附近。環帶縱繞，其具有4—10枚細胞的，孢子囊開裂時不很規則。其具有20—70枚細胞的，則是橫裂(圖196. C)。孢子產量的多少因種類而有不同，有產生16枚的，也有32枚的。孢子 孢子同形，很大，四面型，有肋(圖196. D)。

內部構造 莖 莖肉質。幼莖具原生中柱。植物漸長，中柱逐漸分裂，即成為管狀中柱而具有網狀分裂的維管束筒。而在較老部分，則維管束筒更行分散，最終成為分體中柱。根 不定根由葉迹的內皮組織所發生。根之皮層組織中，有空氣隙。其中柱的構造與海金沙及滿江紅相似。葉 標準的薄囊蕨的葉原基都是從莖的表皮細胞所發生。蔓葉具1枚頂端分生細胞，葉的構造都由此分化而成。有翼片或小葉片的，它的原基都從頂端之下發生，由葉緣側出生長，成特殊凸出的部分，日後平展擴張，便成為翼片或小葉片(圖196. E)。孢子囊 孢子囊的原始細胞，發生於葉緣附近。子囊發育的步驟是絕對薄囊蕨式。但絨氈組織具2層細胞。孢原產生4或8枚孢母細胞(圖196. $F-G$)。

配子體 孢子萌發時，外壁破裂。內壁與原生質體向外膨突，並延長生長，成為1管。不久，分出1, 2枚假根細胞。此後，有發生分生細胞的，也有不發生特殊的分生細胞的(圖196. H)。沒有分生細胞的原葉體比較小，其形狀象筍，雄配子器滿生於邊緣(圖196. I)。有分生細胞的原葉體，多半是心臟形，但各邊緣細胞生長的速度不同，結果往往成畸狀發育。在此種原葉體上，雌、雄配子器都有發生(圖196. J)。雄配子器 雄配子器的發生限於原葉體的邊緣細胞，蔓的雄配子器下陷於原葉體的組織中，這是與他類薄囊蕨所不同的(圖196. I, K)。

胚胎 蔓屬胚胎的發育與其他薄囊蕨沒有什麼不同。

生長環境 蔓科僅1屬，共5, 6種，都生長水濕地區，分布很廣，美國南部、日本、印度與太平洋群島都有。其嫩葉可供食用。產於我國海南島的是 *C. thalictroides*，在感恩縣尖峰山放牛坡附近極為普遍。其他地區如南京的八卦洲也有生產，而湖北與福建的連城及廈門都有發現。現在聽說雲南南部新平等地也有發現，但詳細情況還不清楚。

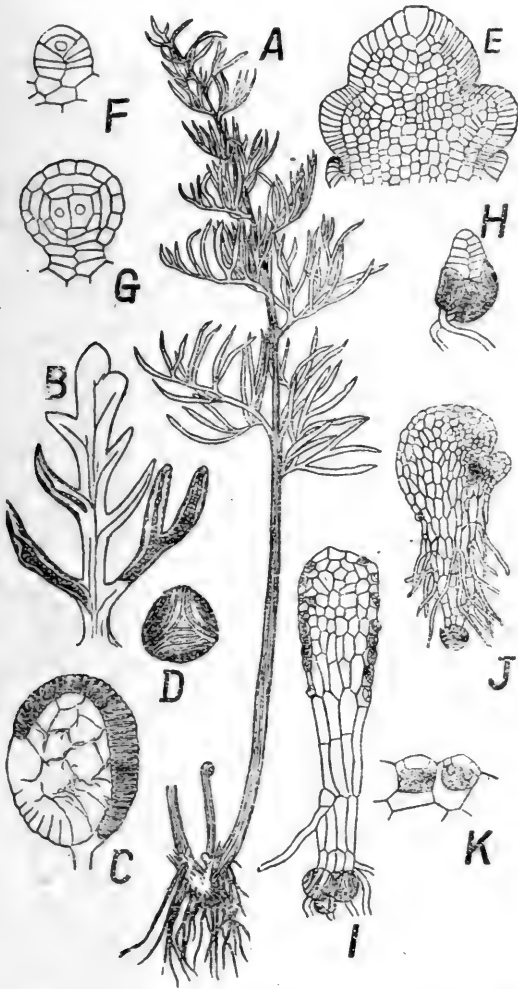


图 196. 菱: A—D. 菱(*Ceratopteris thalictroides*); A. 整个植物的写生, 表示: 直生细裂的孢子叶; B. 孢子叶的一部分, 表示: 叶缘的翻卷以复盖子囊; C. 孢子囊; D. 有肋的孢子; E—K. 另种 *C. pteridoides*; E. 幼叶, 表示: 二平面向两边分裂的顶端分生细胞等; F—G. 孢子囊的发育; H. 孢子的萌发; I. 原叶体及雄配子器; J. 原叶体及雌配子器; K. 雌配子器。(A—D. 临腊叶标本, 1935 年采自海南岛感恩县尖峰山放牛坡, E—K. 临 Kng)

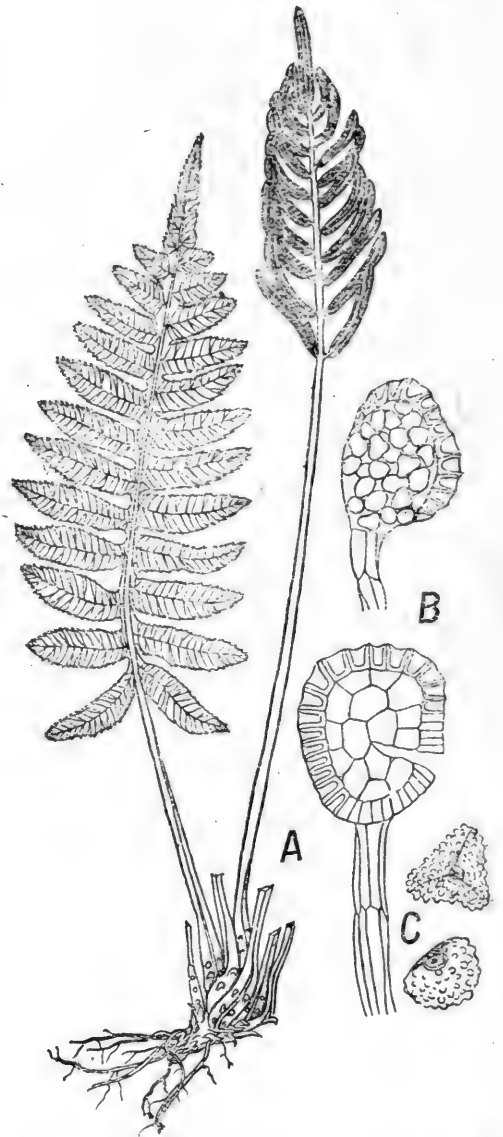


图 197. 瘤足蕨: A. 瘤足蕨(*Plagiogyria adnata*) 写生图, 表示: 营养叶、孢子叶、膨大的叶柄基部, 及腺状贅疣; B. 孢子囊的两面观; C. 孢子的正、侧面观。(临 1935 年 8 月采自广东省惠阳县蓮花山蓮花寺的腊叶标本)

瘤足蕨属(*Plagiogyria*)

孢子体 瘤足蕨属属于瘤足蕨科(Plagiogyriaceae), 此科只有 1 属, 即瘤足蕨属。 **茎** 此蕨陆生, 茎短, 直立而坚硬, 没有鳞片, 也有的发生匍匐茎。 **叶** 叶柄基部肉质膨大, 有两行腺状赘疣, 嫩时有胶质毛复蔽着。叶是羽状复叶或裂叶, 草质或革质, 光滑, 微呈二型。叶脉二叉分歧, 分离。 **孢子叶** 孢子叶与营养叶异型, 孢子叶的小叶片退化, 成细而长的线形。 **孢子囊** 孢子囊

群生，沒有囊群蓋。孢子葉的邊緣翻轉，將子囊群復蓋着。子囊具長梗，環帶斜生，有一定的口，开裂時是橫裂。孢子 孢子球狀而具4面，外壁很薄，每1子囊中產生48枚(圖197. A—C)。

內部構造 莖 莖是網狀中柱。

配子體 原葉體及雌、雄配子器都與其他薄囊蕨類相同。

產生地點 此屬約有35種，生長於新几內亞、喜馬拉雅山、日本、馬來亞、美國、墨西哥等地。我國也有多種，峨嵋瘤足蕨(*P. assurgens*)產於四川西南部高山地區，瘤足蕨(*P. adnata*)產於廣東，亨氏瘤足蕨(*P. Henryi*)產於雲南、浙江、安徽等省，而最近在福建也有發現。

桫欏屬 (*Cyathea*)

孢子體 桫欏科是高大木本蕨類的集團，一般所說的樹蕨，多半屬於此科。莖 莖成喬木或灌木狀，高的通常達15米，也竟有達到25米的。其直徑則是25—50厘米，莖高的分枝或不分枝，莖干矗立，頂端羽葉叢生如蓋(圖198. A)。矮的分枝繁茂，成灌木狀。也有的在直立莖之下，發生匍匐生長的橫莖，由本科各種蕨類生長狀況的比較研究而知樹狀的或由匍匐種類所演進而來。葉 本科蕨類的葉，長達7—8米，寬約1米多，通常是二重羽狀的復葉，葉脈開放，也有互相穿連的，但不成網狀(圖198. A, E, F)，也有的在葉的基部具有小型葉片狀的構造，看來可能是由基部的小葉片特化而成的。幼葉與葉的外表，有扁鱗叢生。鱗片棕褐色，很光亮，其尖端具

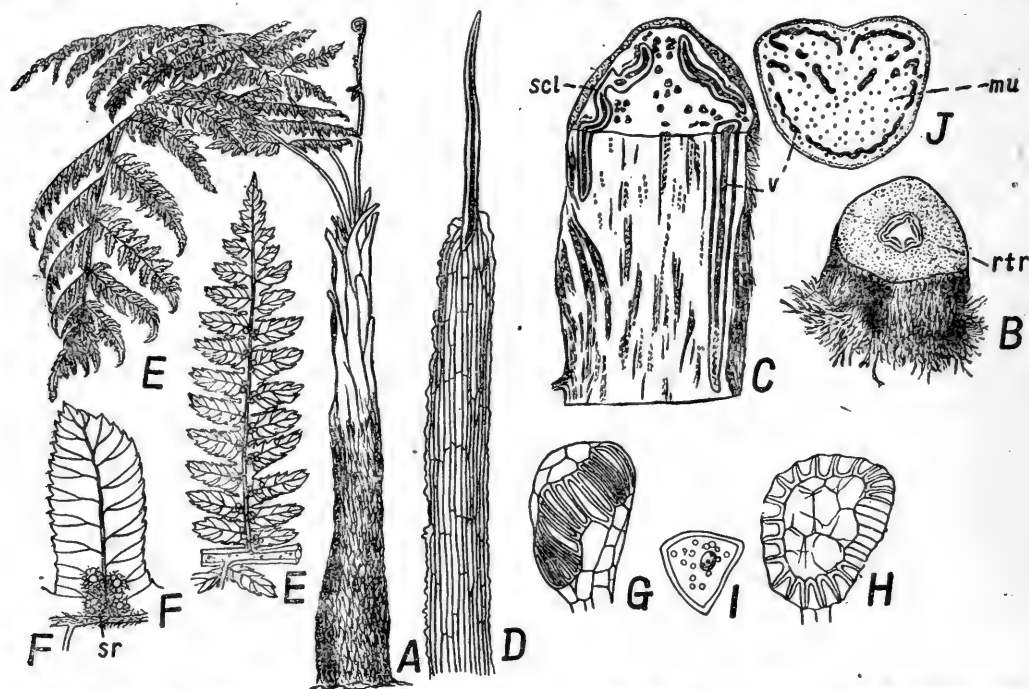


圖198. 刺桫欏: A. 刺桫欏(*Cyathea spinulosa*)全樹寫生; B. 橫斷的樹干基部，表示：中央的莖部構造和外圍不定根穿織的部分; C. 莖的橫斷面與縱斷面，圖中粗黑線及點代表厚角組織，黑白相間的條狀構造是木質部; D. 尖端具有膠刺的柱狀細胞毛; E. 小葉片及葉軸的一段和葉背的子囊群; F. 小葉的1個裂片與子囊群; G—H. 子囊的正、側面觀; I. 孢子; J. 葉柄橫斷面略圖。mu. 胶质細胞; sr. 子囊群; scl. 厚角組織; rtr. 不定根部分; v. 維管束。
(全部臨活標本及徒手切片)

有1根胶质刺毛(图198. D)。树蕨有落叶的,也有叶的基部永不脱落的。根 树蕨的不定根环著而易受注意。在茎的外周,不定根圍繞网織,成一厚层(图198. A, B)。孢子囊 孢子囊具显带,环带縱繞而略偏斜,有裂口的构造,但不很发达,子囊杆有縱列的細胞4行(图198. G—H)。子囊盖发达或不发达,有匙形、鳞形、杯形、罐形、圆球形等等,此外,也有仅余遗迹的。子囊之旁发生隔絲。孢子四面型,产量不多,通常是64枚(图198. I)。

内部构造 茎 树状蕨类,树干最下面的1,2节是原生中柱。略为向上一些的地方,則是管状中柱。再上,則成分裂繁碎的网状中柱。如果配合叶迹来看,則竟与分体中柱无別(图198. B—C)。中柱而外,茎的皮层很薄,髓部广大,并无形成层的发生。刺桫欏(*C. spinulosa*)維管束的构造是中始式双韧的,又皮层及髓部內都有胶质細胞散布生长。其胶初无色,遇空气則变成黃褐色,其味甘澀。叶 叶很薄,上表皮似較下表皮略薄。下表皮細胞常向外膨凸,气孔肾脏形,生于叶的下面。叶肉自上而下具細胞4—5层,沒有栅栏、海绵2組織的分化。細胞近于球形或不規則。在叶的下方,气室很多,上部較少。叶綠体成圓球到长圓或橄欖形,滿布叶肉細胞中,而于表皮細胞中也偶有存在。叶脉 桫欏的叶脉非常別致,其維管束是1大、1小,上下重迭,依貼而生。在橫断面上,形如葫芦。且每1維管束与根的构造完全相同。木質部居中,是外始式及二原型。木質部的上下、两旁各有韧皮組織。外圍有中柱鞘,再外則有1层内皮层細胞。叶脉的上、下表皮細胞都可向外延长生长,成为綫体多节而偶然有分叉的毛。下皮細胞形状較小,通常分化成厚壁組織(图199. L)。叶柄 叶柄上面略似扁平,而下面成圓形。在上面的中央有1条下陷的凹縫。維管束沿边緣附近而生,成1筒形。但在上方凹縫之內,与两边小叶片出生之处,則弯折向內且各成双行。所以全体略似1个倒八字形(图198. J)。叶柄皮层很狹,从內到外約有細胞10层。其外周是小型的厚壁組織。髓部細胞与皮层相同,在維管束內周的,往往特化成小型的厚壁細胞,髓与皮层之中,往往有大型的胶质細胞散布生长,表皮仅仅1层細胞,且常向外发生分叉多节的毛。叶柄的維管束在橫切面上形状不一,有略似肾脏、几字、蝙蝠、波浪长条等等,維管束的中央有1,2层木質細胞,内外都有韧皮組織夹着而生。其构造是双韧的。每1維管束中,其原生木質部通常生长于維管束向外周凸出的部分。后生木質部則生于其余部分。而二者的发育是外始式与中始式(图199. K)。根 在茎旁的不定根,多数的是死根,其构造仅有皮层保存。死根皮层是10余层棕黑色的厚壁細胞,这些細胞沒有胞間隙,且有的含胶质。在活根中,中柱的构造是外始式,二原型。孢子囊 子囊群生长于中脉的两旁,列成2行。桫欏的子囊群中央有托,子囊有由托而生的(图198. F)。子囊发生的步骤及方式与其他薄囊蕨完成相同。孢子囊具短杆。环带发达,縱裂而斜繞,都具厚壁細胞10余枚。孢子四面型,外壁很厚(图198. G—I)。

配子体 原叶体都是心脏形,但較普通所常見的(如水龙骨科)略为长厚,且有脊脉。原叶体常因不断分叉,而失其本来形状。雄配子器 雌、雄配子器通常生长于原叶体的腹面,其地位与一般蕨类沒有差別。雄配子器具1个单細胞的柄,另有1枚漏斗細胞,1枚环細胞与1枚盖細胞。雌配子器 雌配子器也很特殊,其頸很长,具6,7层細胞,頸直或略弯,高出原叶組織之外。頸沟細胞通常具2核,偶有4核或少有分化成2枚細胞的。

胚胎 此科蕨类胚胎的发育如何,还知道得不够詳細。接合子初次的分裂是縱裂,其后,大

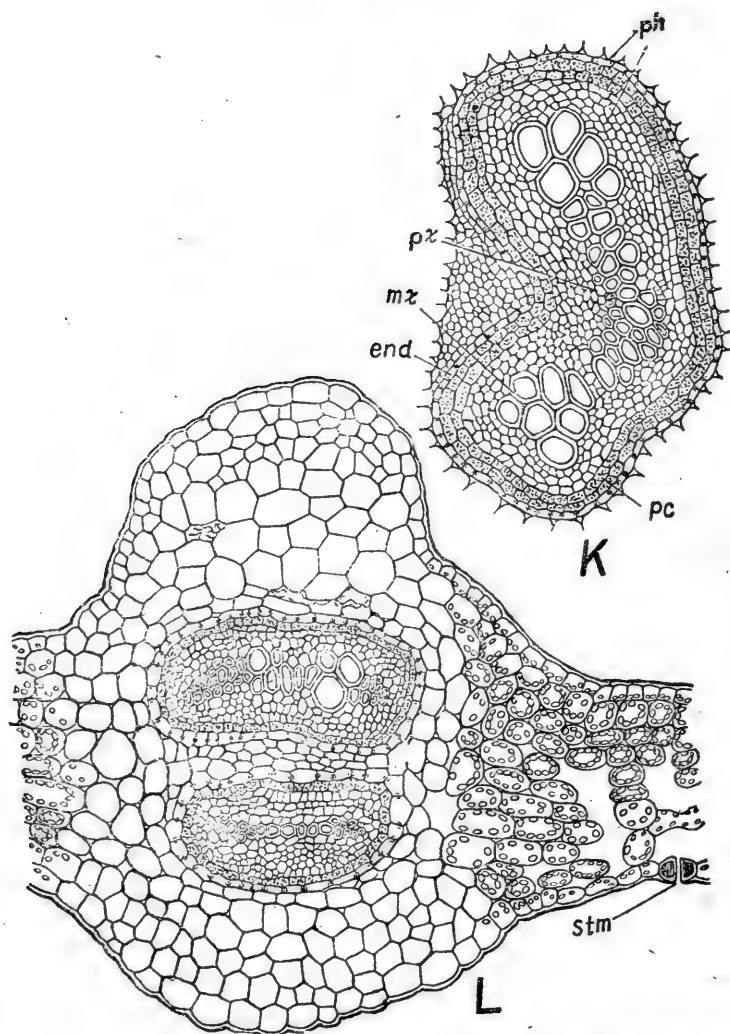


图 199. 桫欏: K. 叶柄内部的周韧同心维管束, 表示: 中始式的木质部; L. 叶片的横切面, 表示上下重叠的维管束、叶肉、表皮层、气孔等。px. 原生木质部; mx. 后生木质部; ph. 韧皮部; pc. 中柱鞘; end. 内皮层; stm. 气孔。(全部临活物徒手切片)

概也是纵裂而与初次的裂缝成 1 个十字形, 如此, 便成为 4 枚细胞的胚胎。其叶与茎是由上部 2 枚细胞分化出来的, 而根与基足则是由下部 2 枚细胞分化出来的, 这是没有疑问的。

生长环境 此科蕨类生长于热带、亚热带及温带, 尤以南半球为多, 多数生长在阴湿溪水之旁或林木荫蔽的地区。在我国所习见的也有多种。在福建南靖、平和等地, 云南河口、屏边一带所产的是刺桫欏(*Cyathea spinulosa*)。

姬蕨属(*Hypolepis*)

孢子体 姬蕨(*H. punctata*)属于姬蕨科(Dennstaedtiaceae), 是陆生草本, 不很坚硬。茎

地下莖匍匐生长,每向上发生1片叶子即轉弯生长。莖被稀毛。根 根是須根,在莖向上生叶之处,其下必有根。叶 叶是三重羽状复叶,小叶片軟薄,叶脉二叉分歧,开放,有中脉。叶軸、叶柄都很細长,具有灰白色的单毛。毛細长,不分枝,具数节細胞(图 200. E)。营养叶与孢子叶沒有区别(图 200. A)。孢子囊 子囊成群,子囊群圓形,生于叶脉的末端,有略形隆起的托。叶緣翻轉复盖其上,而特化成子囊群盖。子囊群盖仅有外片而无内片(图 200. B)。子囊由托向外发生,其构造与水龙骨科相仿佛。环带縱繞,具14枚厚壁細胞,口部具8枚狭长的薄壁細胞。唇細胞2枚,也是长形。子囊杆很长,具細胞多节(图 200. C)。孢子 孢子二面型,外壁很薄,密生极小的乳头状的凸起。孢子綠色。含1枚細胞核(图 200. D)。

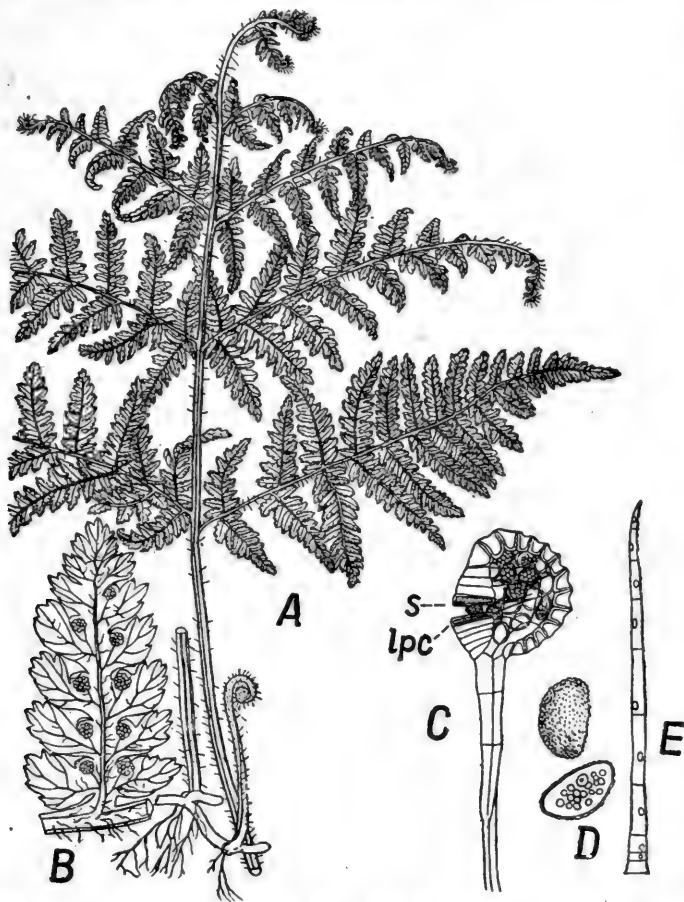


图 200. 姬蕨: A. 姬蕨(*Hypolepis punctata*)的写生,表示:匍匐莖、幼叶及叶; B. 小叶的1个裂片,表示:腹面的子囊群; C. 孢子群; D. 孢子的内外观; E. 复細胞的单毛。•pc. 唇細胞; s. 口。(临活标本)

内部构造 莖 莖是双韧管状中柱。木質部的发育是中始式。維管柱的內、外二周都各有內皮层及中柱鞘。莖中偶有大型叶隙。除維管束而外,髓部与皮层都硬化成棕黑色的厚壁組織(图 201. F—G)。表皮向外发生成毛。根 根是須根,其中柱的构造是二原型。叶 叶脉具1条維管束,其中柱是外始式的二原型而是原生的。在橫剖面上,木質部成1棱形。在棱形的两尖端是原生木質丛,其中各含小型原生木質管胞4,5枚。后生管胞生于2原生木質部丛的中間,

其細胞較大而數量與原生的相似，也是4, 5枚。韌皮細胞很小，分成2團，生于后生木質部的上、下，每團由內而外，有3層細胞。韌皮部與木質部成間隔排列。二者外周有中柱鞘1層，其細胞是狹長形。姬蕨葉片，中柱的構造與普通根的初生構造完全沒有差異，除數量不同而外，與樹蕨的葉脈也非常類似。葉脈中原生木質部由各對兩翼的葉片而生。上、下表皮都向外發生成节的單毛。下表皮具有氣孔，保卫細胞腎臟形與被子植物相同。葉肉無柵欄與海綿組織之分，但在葉的下方的比較疏松，氣室較大而多。 葉柄 葉柄的中柱成几字形，維管束的構造與莖中相同。葉柄中，髓部細胞凡是在最中央和維管束的內、外周圍以及接近表皮的，都硬化成小型的厚壁細胞。表皮細胞也分化成毛(圖 201. H)。

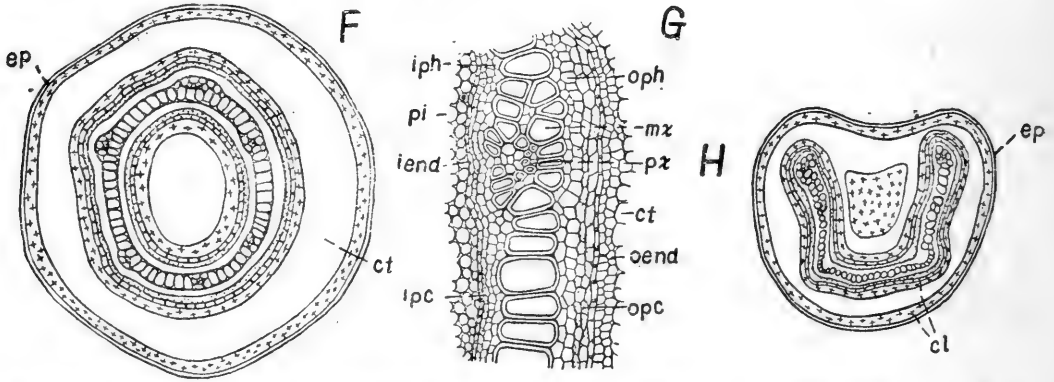


圖 201. 姬蕨的內部構造圖: F. 莖橫切面略圖; G. 莖部維管束一部分的放大; H. 葉柄橫切面略圖。cl. 厚壁組織(十字標記); oend. 及 ie.d. 外生及內生內皮層; opc. 及 ipc. 外生與內生中柱鞘(細胞加點); oph. 外生韌皮部; iph. 內生韌皮部; pr. 原生木質部; mx. 后生木質部; pi. 髓; ct. 皮層; ep. 表皮層。(臨活標本徒手制片)

配子體 姬蕨的配子體與胚胎如何，沒有足夠的文獻可供參考，又因限于時間，未能採取孢子加以培養來進行觀察，但二者的構造與發育，都是薄囊蕨式無疑，尤其可能與水龍骨科相近。

生長環境 姬蕨屬曾隸屬於水龍骨科、蕨、迪克松(Dicksoniaceae)等科。今依秦仁昌先生的意見歸于姬蕨科，其產生地區多在熱帶及亞熱帶。在我國發現的有浙江、福建、雲南、貴州、廣西等地。而在昆明發現則尚屬初次。姬蕨生長的环境，據筆者所見，象：昆明、廈門、南靖、平和等地都生在田野、山坡與平地上，并無蔭蔽的地區。

蕨屬(*Pteridium*)

孢子體 莖 蕨(*P. aquilinum*)屬於蕨科(Pteridaceae)，是全世界共有的種類，其莖匍匐生長于地中，分枝繁多。 根 根是須根，也善分枝。 葉 葉是復葉，羽狀分裂到多重，葉脈分離。葉緣內卷而邊緣有白色成為膜狀特化的子囊蓋。 孢子囊 子囊的外形是薄囊蕨的模式代表，子囊有杆，環帶縱列而橫裂。 孢子 孢子四面型(圖 202. A, D)。

內部構造 莖 莖的尖端具有1枚四平面的倒金字塔形的分生細胞(圖 203. G)。莖的構造分表皮層、皮層與中柱及基本組織等部分。中柱是極度分裂的多環網狀中柱，但也可以認為是分體中柱。中柱的外周有內皮層及中柱鞘。再向內則是韌皮組織及較大的韌皮薄壁組織。內皮層、中柱鞘以及原生韌皮部都由共同的1枚母細胞分化而成。木質部的發育是中始式。在皮層

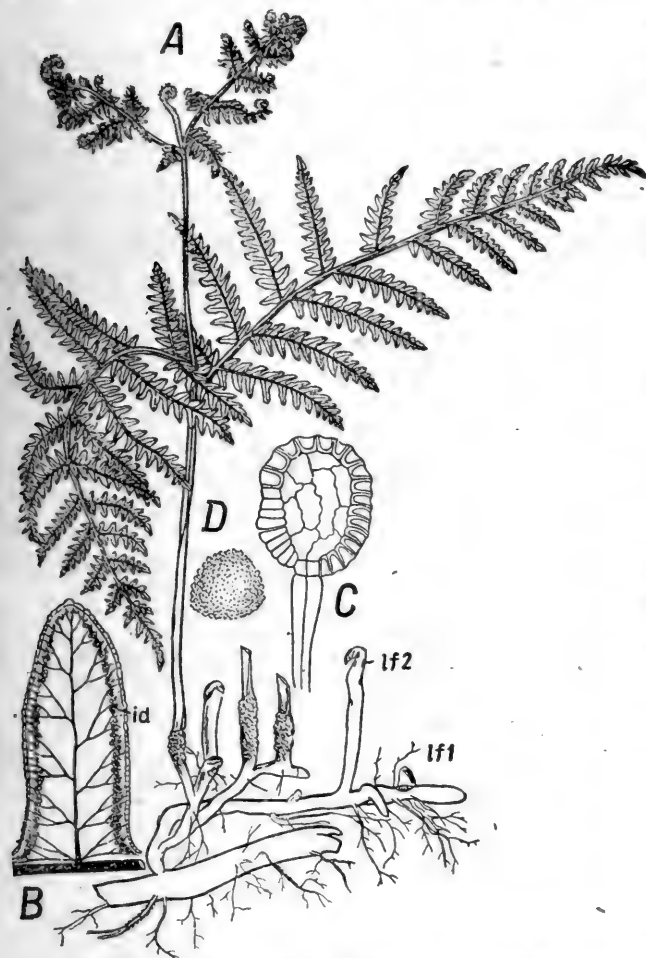


图 202. 蕨: A. 蕨(*Pteridium aquilinum*)的写生, 表示: 叶发育的次序, 叶柄基部的绵毛, 匍匐茎等; B. 小叶裂片的腹面观, 表示: 边缘子囊群, 翻卷而特化成膜状的子囊群盖的叶缘部分、叶脉的分布; C. 孢子囊; D. 孢子。id. 子囊群盖; lf1. 初发生的幼叶; lf2. 已长成的幼叶(临活标本)

囊托与叶片之间。托也是由表皮细胞分化而成的(图 203. J—K)。孢子囊 蕨的孢子囊有杆, 有直生的环带和横生的裂口与唇细胞。环带的厚壁细胞的数目是 16 枚。除与环带相接成圈的薄壁细胞外, 子囊两旁的细胞约各具 10 枚, 其壁成波浪状(图 202. C)。孢子囊导源于子囊托的表皮细胞, 其发育的步骤完全可以做薄囊蕨的代表。当孢子囊原始细胞略行长出于托的表面时, 便横裂成内、外 2 枚细胞。外细胞发生纵而稍斜的分裂 3 次, 结果成为 3 枚边缘细胞及 1 枚倒金字塔形的顶端分生细胞(图 204. L—R)。边缘细胞依相同的纵而稍斜的分裂, 继续向上分裂成多枚。其在下方的成熟成长形的子囊杆, 而最上的 3 枚成子囊的下部及侧的壳细胞。顶端细胞至此, 横裂成为在上方的壳原始细胞及在下方的孢原细胞。由孢原向四周分裂成绒毡原始细胞, 日后分裂成为两层绒毡细胞, 贴绕于子囊壳的内周。自绒毡原始细胞由孢原分裂之后, 其余居于中央的细胞叫做原始产孢细胞。由此, 分裂 4 次, 成为 16 枚孢母细胞。如无退化, 则结果得

及茎的中央, 除薄壁组织之外, 都有厚壁组织(图 203. H—I)。表皮层向外延长生长, 成为细长的厚壁的棕褐色胶质复细胞的单毛(图 203. E—F)。根 根是不定根, 其原始细胞与皮层及中柱鞘同源。其顶端分生细胞也是倒金字塔形的。根的中柱通常是外始式, 二原型。叶 叶原基由地下茎顶端的附近所发生。每 1 片叶子的生长需要 3 年才能长成, 初年发育的是叶柄, 次年生长蜷卷的叶片(图 202. A, lf₁, lf₂), 第三年才脱土而生。叶片的构造与双子叶植物相似。内部是叶肉及维管束。叶肉在上方的, 分化成栅栏组织。在下方的分化成海绵组织。气孔仅仅发育于叶片的下面。在叶片的背面, 有很多白色复细胞的单毛。而叶轴及叶柄上也常有毛。叶柄基部则具有很多棕色胶质毛, 其构造与茎上所有的相同。而根部也发生有同样的毛(图 203. E—F, K)。叶柄的构造与茎相仿佛, 而维管束的分裂更甚。各维管束的大小、式样都不一致。孢子囊群 子囊群绝对生长于叶片的边缘。子囊群盖分内、外两片, 外片弯卷复蔽子囊。内片只有 1 层细胞厚, 且不很显著, 围护于子

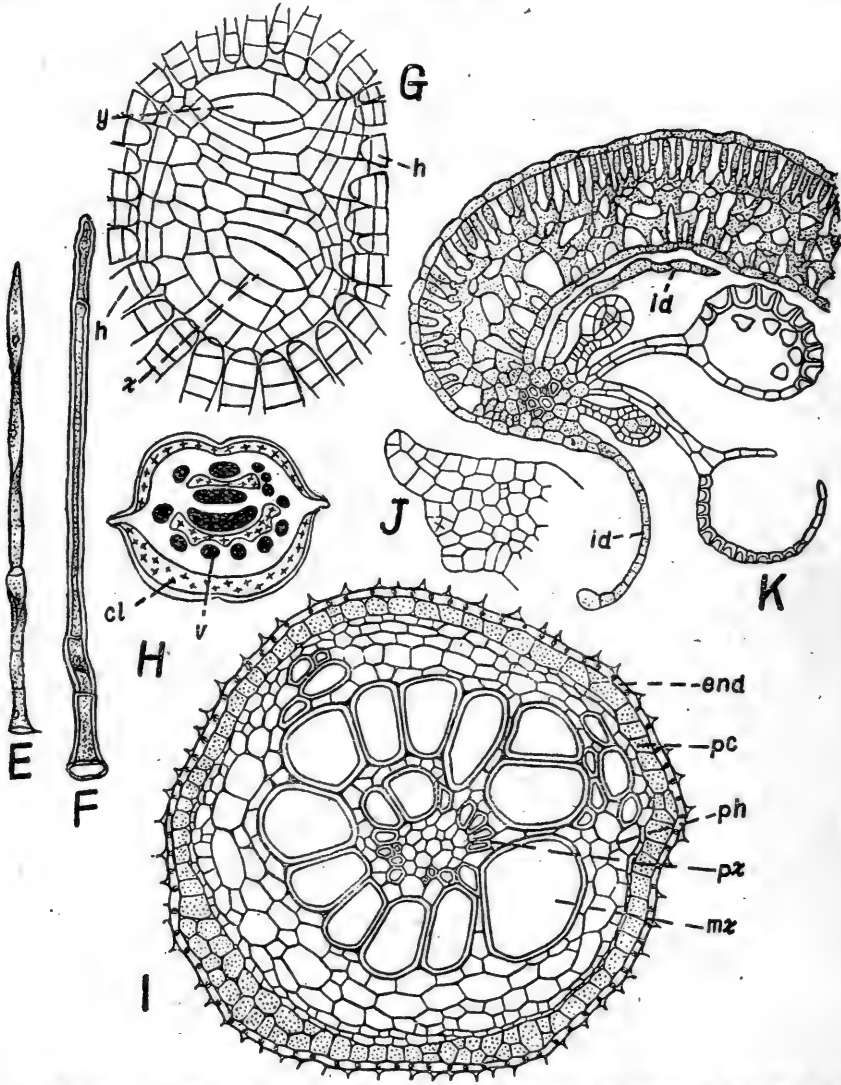


图 203. 蕨的构造: *E*. 綿毛放大; *F*. 腺毛; *G*. 頂細胞; *H*. 匍匐莖橫断面略图; *I*. 莖部維管束的橫断面; *J*—*K*. 子囊托的发育。 *h*. 毛; *cl*. 厚角組織; *id*. 子囊群蓋; *end*. 內皮层; *pc*. 中柱鞘; *ph*. 韌皮部; *px*. 原生木質部; *mx*. 后生木質部; *v*. 維管束; *y*. 叶的分生細胞。(*G*. 临 Goebel, *J*. 临 Bower, *K*. 临 Smith, *F. H. I*. 临徒手制片)

64 枚孢子。 孢子 孢子四面型, 其外壁具有很多乳头状的凸起(图 203. *D*)。

配子体 孢子萌发时, 外壁先行破裂, 内壁由裂口向外延长成 1 管。由此分裂成大小不同的 2 枚細胞。小的是假根細胞, 大的是初生原叶体細胞。大細胞能繼續延长生长及橫断分裂, 当綫体分裂成 3—6 节时, 其頂端細胞向左、右斜裂, 成为凸鏡形而具有二平面且向两旁分裂的分生細胞。从这枚頂端分生細胞繼續不断地向两侧分裂, 就成了 1 个心脏形的原叶体。最初, 原叶体的厚度只有 1 层細胞而已。当較老之时, 发生多枚分生細胞, 由此向上、下分裂, 其前端遂成多层細胞。 雄配子器 蕨的雌、雄配子器同体而生。雄配子器的发育通常比雌的要早一些。当配子

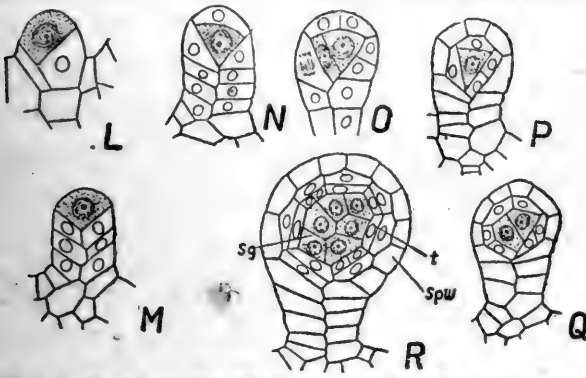


图 204. 蕨: L—R. 孢子囊的形成。sg. 产孢组织; spw. 子囊壳;
t. 絨毡层。(临 Müller)

体发育不久, 雄配子器即行发育。在一般高等真蕨中, 雄配子器发育之初, 先由营养细胞向外膨凸, 不久即行横断分裂, 便成为上、下 2 枚。在上面的是雄配子器原始细胞。原始细胞最初的分裂是依照细胞的旁侧作纵而略斜的分裂。结果, 此原始细胞被分成居于中央的 1 枚上下小呈漏斗形的细胞, 及几枚旁侧的壳细胞。此后, 中央细胞横裂成上、下 2 枚。在上面的是壳细胞。在下面的细胞

再行横断分裂, 成为在上面的球顶细胞及在下面而居于中央的雄配子产生细胞。由此继续分裂, 最后产生 30—50 枚雄配子。雄配子弯曲象螺旋, 顶端具 20—30 根纤毛。成熟的雄配子器, 顶端有盖细胞。四周有 1 层壳细胞, 全体成球形。雌配子器 雌配子器仅产生于配子体前端凹缝之后。在一般高等真蕨中, 雌配子器的发育, 由原细胞横裂为中央、基部及原生盖细胞各 1 枚。由原生盖细胞分化为 4 枚原始颈细胞。日后再分裂成高达 5—7 节的颈部。颈部向配子体的后端弯曲生长。中央细胞横断分裂 2 次, 成为在上面的双核颈管细胞、居于中间的腹沟细胞和最下面的雌配子细胞。成熟时, 除雌配子细胞而外, 凡器内各细胞即行退化, 且都溶解成为胶质, 由此吸收水分, 发生膨胀, 将器口的细胞向外推开, 而一部分的胶质便向外流溢。

胚胎 游泳自如的雄配子, 因其有化学的感应性, 而趋向雌配子器所分泌的胶质, 由此进入器内, 雌、雄配子即行融合。接合细胞最初依雌配子器颈管的直线而纵裂成 2 枚细胞, 1 枚在原叶体之前, 另 1 枚在后。第二次的分裂是依照初次分裂的裂缝而行横断分裂。此时, 幼胚具 4 枚细胞, 是为 4 细胞时期。其靠近原叶体前部的 2 枚细胞日后分化成叶与茎, 茎在上而叶在下。在后面的 2 枚, 则成为根与基足, 基足在上而根在下。蕨的幼苗在第 1 年中, 生长构造简单的幼叶 6 片以上。原叶体当幼苗发生 2, 3 片幼叶之后, 便逐渐败萎。

生长环境 蕨生长于山野向阳地区, 分布很广泛, 欧、美及我国各地多有生产。昆明居民取其肥嫩叶轴作蔬菜, 名曰蕨菜, 而云南南部居民取其淀粉来供食用。听说, 苏联人及日本人都嗜食其地下茎。诗经召南有“言采其蕨”。尔雅郭注称“初生无叶可食”。而埤雅则有“蕨初生状如雀足之拳, 又如人足之蹠, 故名焉”。此外, 毛传也有“蕨, 鼈也”, 因它初生时象鼈足, 所以得名。综合上述种种, 可以证明我国人民对于蕨的利用与认识, 由来是很久远的。

铁线蕨属(*Adiantum*)

孢子体 茎 铁线蕨是各地常见的蕨类, 原称铁线草, 因为它是蕨类, 所以改称现在的这个名称。此蕨也属于蕨科, 也有人认为它和其他蕨类不同而独立成铁线蕨科 (*Adiantaceae*)。它的茎有长短之别, 长的匍匐而短的直立 (图 205. A, 图 206. W)。茎上被生褐色到黑色的鳞片与毛 (图 205. B, C, 图 206. C')。根 根是须根。叶 叶柄、叶轴细纤维硬, 红黑色而具光泽, 形

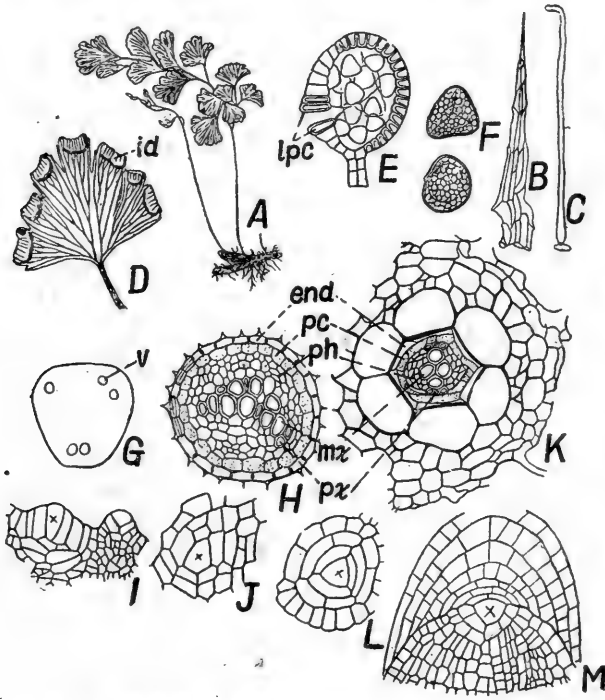


图 205. 铁线蕨; A. 铁线蕨 (*Adiantum capillaris-veneris*) 的写生图; B. 鳞片; C. 单毛; D. 小叶片的背面, 表示: 翻卷的叶尖及叶脉分布; E. 孢子囊及其特化的唇细胞; F. 四面型的孢子的正、侧面观; G. 茎的横断面, 表示维管束的分布; H. 茎的同心维管束; I. 另一种铁线蕨 *A. emarginatum* 茎尖纵切面, 表示: 茎及叶分生细胞的侧面观; J. 茎尖分生细胞的横切面; K. 根的横切面, 表示加厚的皮层细胞与二原型的内柱; L—M. 根尖切面, 表示分生细胞的正、侧面观。end. 内皮层; pc. 中柱鞘; ph. 韧皮部; px. 原生木质部; mx. 后生木质部; id. 子囊群盖; lpc. 唇细胞; v. 维管束; x. 顶端分生细胞。(A—F. 临实物写生, G—H. 临徒手切片, I—J. L—M. 临 Campbell, K. 临 De Bary)

其他蕨类没有什么不同。根尖也具有 1 枚四平面倒金字塔形的分生细胞(图 205. K—M)。叶脉成二叉分歧。叶的顶端也具有 1 枚分生细胞, 由此分化成全叶各部分的构造(图 205. D, B, I)。叶的分生细胞也可以分化成根、茎、叶各器官而成为 1 不定芽来行无性繁殖。此种现象, 在蕨类中也很普遍, 如过山蕨(*Camptosorus sibiricus*)等大多具有。在铁线蕨中, 艾氏铁线蕨(*A. Edgeworthii*)等数种, 也具有此种现象(图 206. W—Z, A')。姬倍尔[见 Bower a 1908]认为这种现象与蕨类无配子繁殖所发生的胚胎相等。

配子体 铁线蕨的配子体是心脏形的扁平体。雌、雄配子器以及假根由体的腹面向下发生。

雄配子器 雄配子器全部凸出原叶体之外, 成圆球形。由顶到底横分成数层, 顶端 1 层是冠细胞, 次层及第 3 层是壳细胞, 最下 1 层是壳及基部细胞(图 207. O)。雄配子成螺旋状弯曲, 纤毛丛生, 前端尖细, 尾部具球状的囊, 内含淀粉粒(图 207. P)。**雌配子器** 雌配子器也由原叶体腹部的表皮细胞分化而成。表皮细胞膨出, 成为雌配子器的原细胞。由此横分为上、中、下 3

状如同铁丝。叶柄的基部具色暗而光滑的鳞片。叶片宽阔, 羽状细裂, 小羽叶不对称, 或成扇状。全叶成单重或多重的羽状复叶。叶片通常是坚韧的草本状, 少成膜质, 光滑或有毛, 也有的具灰白粉末的。叶脉分离, 很少是不分离的, 叶脉及于内卷的叶缘所特化的囊群盖。且有的在叶的尖端能自行发生新株, 进行无性繁殖(图 205. A, 图 206. W)。 **孢子囊** 孢子囊生于叶脉末梢的两旁, 子囊扁卵圆形, 环带纵绕, 具 10 余到 20 枚厚壁细胞。子囊杆很长或不长。具 3, 4 节细胞。**孢子** 孢子四面型但也有二面型的。外壁有小凸起或没有。孢子含贮油类很多(图 205. D, E, F, 图 206. D', B', E')。

内部构造 **茎** 茎的尖端与其他蕨类相同, 具有 1 枚四平面的倒金字塔形、大型的分生细胞(图 205. I—J)。由此分化成各种组织。茎的中柱是双韧管状式, 具内生和外生内皮层, 木质部的发育是中始式。但模式的铁线蕨(*A. capillaris-veneris*), 其中柱的构造则是近于分体中柱的网状中柱(也称为多体中柱)(图 205. G—H)。 **根** 根是二原型、外始式的原生中柱, 其构造与

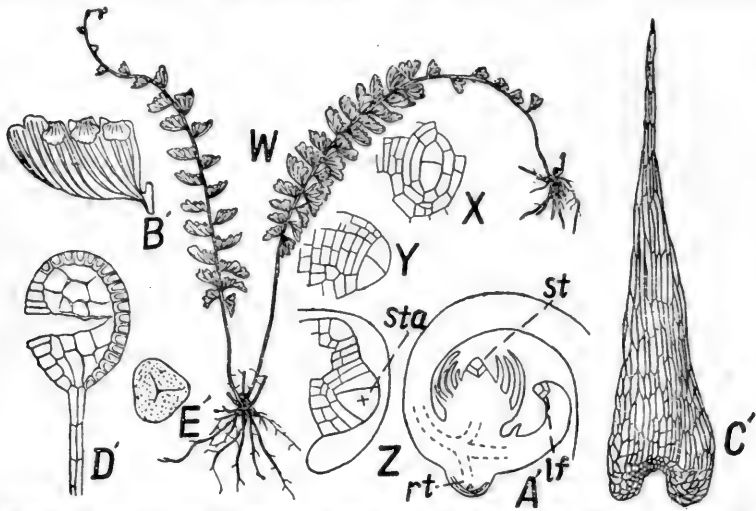


图 206. *W.* 艾氏铁线蕨(*Adiantum Edgworthii*) 写生图, 注意: 茎尖的无性繁殖芽; *X-Z*. 茎尖分生细胞的各面观; *A'*. 无性芽的解剖图; *B'*. 小叶片及子囊群盖; *C'*. 鳞片; *D'*. 孢子囊; *E'*. 孢子. *lf*. 叶; *rt*. 根; *st*. 茎; *sta*. 茎端分生细胞. (*W*. *B'-E'*. 实物写生, *X-Z*. *A'*. 临 Bower)

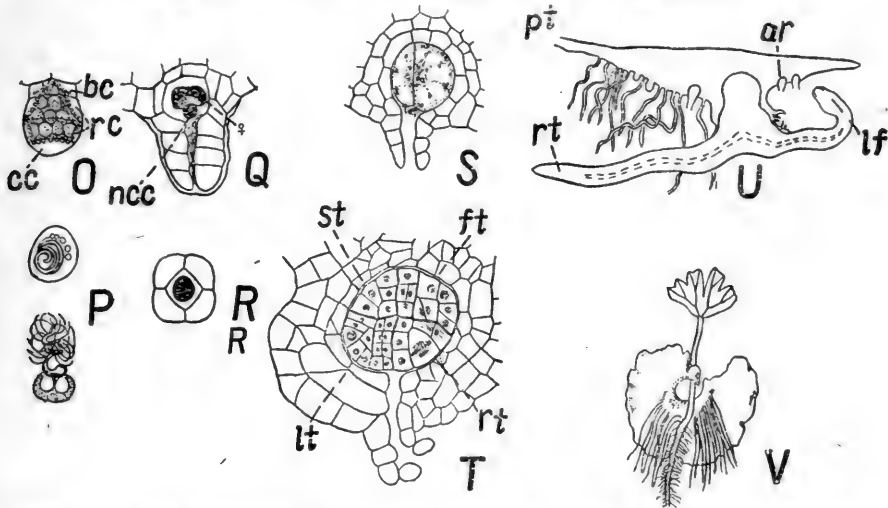


图 207. 铁线蕨: *O-P*. 雄配子器及雄配子; *Q-R*. 雌配子器纵切面及自颈向下观; *S*. 二细胞时期的幼胚; *T*. 较老的胚胎; *U*. 孢蒴萌发略图, 表示上方的原叶体, 下方的孢蒴; *V*. 孢蒴成长略图. *ar*. 雌配子器; *bc*. 基部细胞; *cc*. 冠细胞; *rc*. 围细胞; *lf*. 叶; *ft*. 基足; *ncc*. 颈沟细胞; *rt*. 根; *pt*. 原叶体. (*O-S*. *U-V*. 临 Goebel, *T*. 临 Arkinson)

枚细胞。下细胞不断分裂, 终于成为雌配子器的腹。铁线蕨及一般高等真雌配子器的腹部都下陷于原叶体的组织中。上细胞是初生颈细胞, 此细胞向外生长并纵横分裂, 成为颈细胞。颈细胞共 4 行, 组成颈部四周的壳(图 207. *R*)。但每行细胞的大小、多少不均。相对原叶体前端的数行细胞较大, 且每行通常具有 6 枚细胞。而相对后端的细胞较小而少, 每行通常只具 4 枚。因此, 颈部常向后方弯曲。最初分裂 3 枚细胞中间的 1 枚, 先分裂成上、下 2 枚。在上面的叫做颈沟细胞, 日后自行延长生长于颈沟之中。其细胞核往往分裂成 2 枚, 但没有细胞壁分隔它们。在下面的细胞叫做中央细胞, 由此横分成 2 枚大小不同的细胞, 近于颈沟细胞的是腹沟细胞, 其形小而圆。居于全器的最高位。在腹底的是雌配子细胞, 雌配子细胞体积圆而大(图 207. *Q*)。当雌配

子器成熟时,所有管細胞都退化溶解成为胶质,由頸中向口外发生膨胀,而流溢于外。

胚胎 雌、雄配子交配于雌配子器中。接合細胞最初的分裂,依頸沟的直綫而縱裂成2枚細胞(图 207. S)。繼而橫裂成4枚細胞。靠近頸口的2枚,日后分化成叶及根,近于雌配子器底的2枚,日后成基足与莖。若以縱剖面來說,則根与基足同在一边,而莖及叶在另一边(图 207. T)。萌发时,幼根、幼叶最初相背生长(图 207. U)。不久,幼叶由原叶体前端凹縫中向上伸长,便高举直立于地面之上(图 207. V)。

生长环境 鉄綫蕨的分布我国虽各地都有,但以西南区域为多。凡阴湿地区,含石灰質的土壤都能生长;其中多数羽叶繁茂,可供观赏,所以亭园中常有栽培。

虎尾蕨属(*Asplenium*)

孢子体 莖 虎尾蕨属于虎尾蕨科(*Aspleniaceae*),为附生或陆生草本,大小不一,常伴岩石而生。

根 根是須根,分歧繁茂。叶 单叶到复叶,多半成单重羽状,但或有在同一植物上叶形极不相同的。叶脉分离或在叶緣部分不分离,沒有内含小脉,叶柄有綿毛及鱗片。叶或小叶片的尖端延长生长,根尖发芽,叶脉与叶軸发芽或生小球莖或发生匍匐莖,来行无性繁殖。孢子囊 子囊群卵形到长形,沿叶脉而生,具同式的子囊盖。囊群盖一边与叶相連,另一边能开启。孢子囊型小,是水龙骨科,与蕨相似。孢子 孢子两面型(图 208. A—G)。

内部构造 莖 云南虎尾蕨(*A. yunnanensis*)的莖具有网状中柱,管胞小而多,原生、后生木質部没有什么差异,木質部的发育是外始或中始式。其內周常有大型而不規則的棕黑色厚角組織,此組織常分化成柱束。維管束的构造是周韌式,韌皮組織的外周有1,2层中柱鞘及1层內皮組織,凱氏加厚甚为明显(图 209. I)。莖中叶隙寬大,叶迹很多。皮层与髓部的組織极为相似,没有什么不同(图 209. H)。表皮向外发生很多綿毛或鱗片(图 208. C—D)。叶 上表皮之外,有很厚的角质层。下表皮具有气孔,保卫細胞向外膨凸而生。叶肉細胞自上而下共5,6层,其細胞成多角形,无栅栏与海綿組織的分別。叶柄中柱的木質部成几

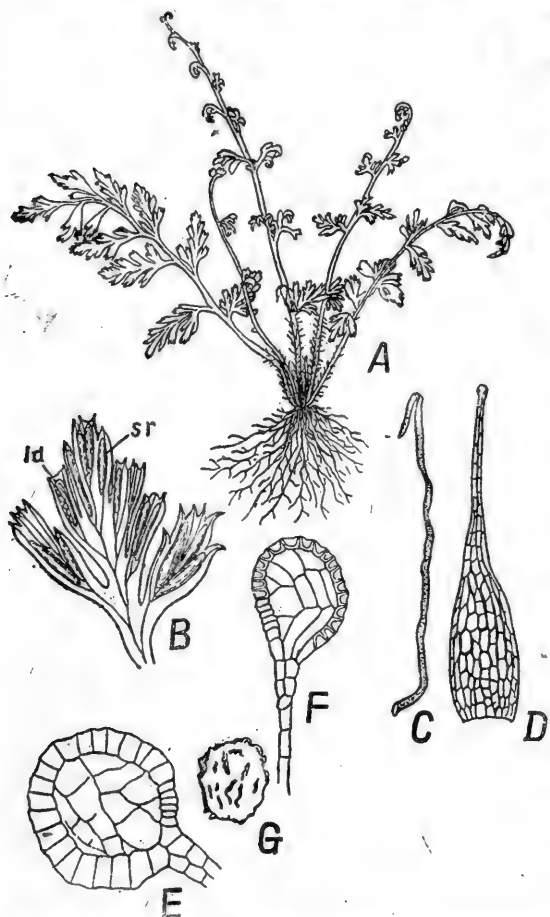


图 208. 虎尾蕨: A. 云南虎尾蕨(*Asplenium yunnanensis*)的写生图; B. 小叶裂片,表示:叶脉分布与子囊群; C. 綫体单毛; D. 鱗片; E. 未成熟的孢子囊; F. 已成熟的孢子囊; G. 孢子。id. 囊群盖; sr. 子囊群。(全部实物写生)

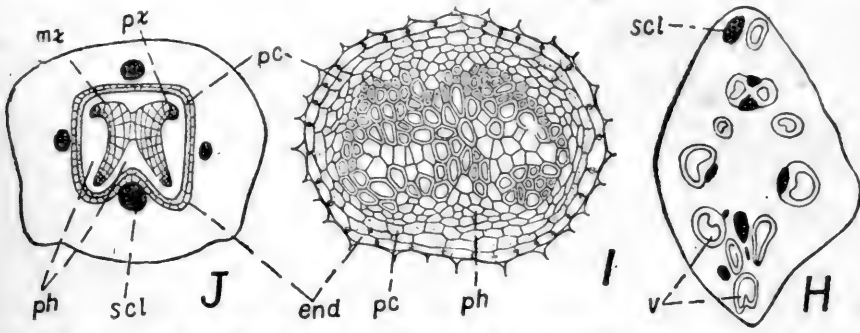
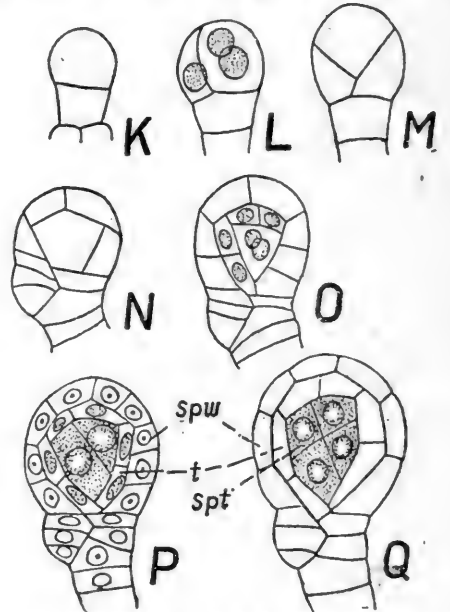


图 209. 云南虎尾蕨的构造: H. 茎横断面略图, 黑块代表厚角组织; I. 维管束的构造; J. 叶柄构造的略图。end. 内皮层; mx. 后生木质部; pc. 中柱鞘; ph. 韧皮部; pr. 原生木质部; scl. 厚角组织; v. 维管束。(全部临实物徒手制片)

字形(x形)。韧皮组织围绕木质部的四周。中柱鞘、内皮层各1层,居于最外,内皮层细胞很小,凯氏带甚为发达,在中柱的外周附近,常有厚角组织的发生。表皮附近的细胞,到叶柄老时,常分化成厚壁组织(图 209. J)。**孢子囊** 此蕨的孢子囊具有长杆,杆分多节,靠近子囊的1,2节其细胞成双行,其余成单行。子囊扁圆形。环带纵绕,不完全,具厚壁细胞18枚。子囊开裂时是横裂(图 208. E—F)。子囊发育的步骤与其他薄囊蕨相同。当表皮细胞发生成子囊原始细胞时。最初,类似1乳头状的凸起。随后,横断分裂成上、下2枚细胞(图 210. K)。上面的称为子囊母细胞。子囊母细胞延长再横分为2。在下面的日后分化成杆。在上面的分成子囊及壳(图 210. L—M)。杆细胞纵、横分裂,最后通常成为3行杆细胞。最上面的细胞日后成为子囊的,依外周作平行而斜的侧裂,最初成为4枚壳细胞及1枚中央四角形的孢原细胞(图 210. N)。绒毡层可能分为2层,都导源于孢原(图 210. O—P)。孢母细胞是孢原分化的(图 210. Q),经减数分裂而成孢子。**孢子** 孢子棕黄色,外壁有波浪式弯曲不规则的短形线条凸起(图 208. G)。



依笔者取新鲜孢子的观察,其外形与大丁布洛女士[Tardien-Blot 1932]所发表的绝对不同。但按照她的论文中所绘的植物,则与笔者所采的标本又完全没有差异。

图 210. 虎尾蕨: K—Q. 另种虎尾蕨 *A. trichomanes* 孢子囊的发育次序。spt. 产孢组织; spw. 子囊壳; t. 绒毡层。(临 Goebel)

配子体及胚胎 虎尾蕨的配子体及胚胎都无详细报告,大概与蕨相似。

生长环境 虎尾蕨原属于水龙骨科,后改为虎尾蕨亚科,现独立成1科。虎尾蕨属的分布很广泛。欧、亚、美3洲均有。我国所常见的也有数种,其生产地点是云南、海南岛、台湾等地区。而云南虎尾蕨的分布则仅见于云南及越南的东京附近。从昆明所采的一些标本来看,它们生长的环境似乎并不太阴湿,而在半阴的田野中。

狗脊属(*Woodwardia*)

孢子体 狗脊属属于烏毛蕨科(*Blechnaceae*), 是大型草本。其中, 单芽狗脊(*W. unigemmata*)是昆明附近所常見的。茲将其外形与构造分述如下: **莖** 莖斜向上生长, 粗而短(图 211. A)。 **根** 須根丛生, 根自莖的兩側生出(图 211. A)。 **叶** 全叶长达 2 米, 是二重羽状复叶。叶柄很长, 具褐色鱗片(图 211. A—B, D)。小叶片披針形, 頂端尖銳, 密生細鋸齒。叶脉部分成网状分布(图 211. C)。小叶片的下面生长淡褐色不規則的鱗片(图 211. E)。在全叶前端分歧处从叶軸生 1 个芽孢。芽孢球状, 被着很多棕黃色的鱗片(图 211. B)。 **孢子囊** 子囊群生于小叶片中脉的兩旁, 成为 2 行。每 1 个子囊群有支脉圍繞着。囊群盖腎形, 成熟时呈深褐色, 向叶脉开裂。孢子囊深褐色。环带縱繞, 具 19 枚厚壁細胞, 口部发达, 具 2 枚唇細胞。子囊杆很长而弯卷(图 211. C, F)。 **孢子** 孢子无色, 透明, 含有油类。內壁光滑, 外壁成薄片翼狀的凸起。孢子二面型, 形如肾脏而很寬闊(图 211. G)。

内部构造 莖 莖具極端分裂的网状中柱。每 1 維管束是一周韌的, 木質部居中, 而韌皮部

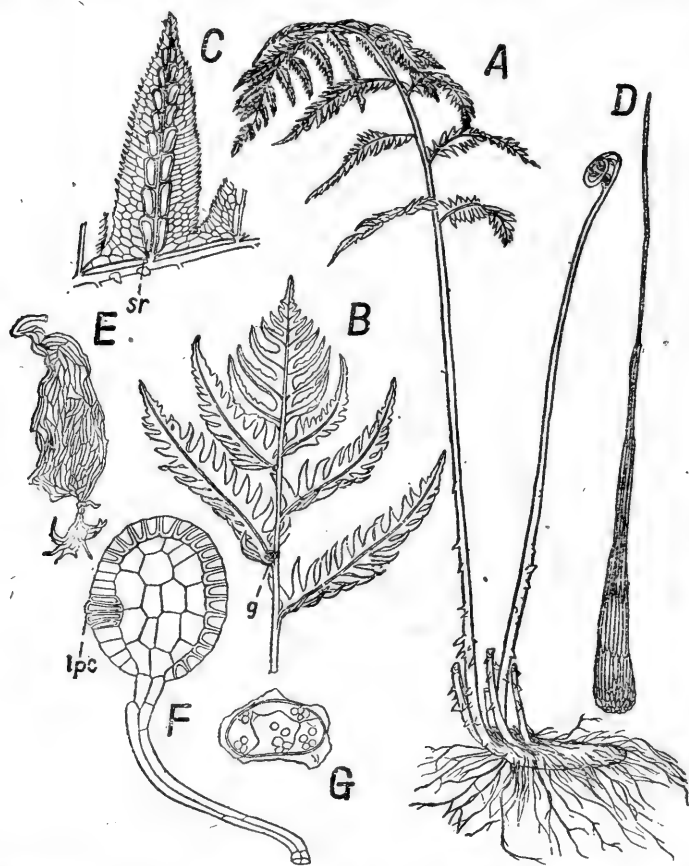


图 211. 单芽狗脊(*Woodwardia unigemmata*): A. 写生图; B. 叶的上部分及其单芽; C. 小叶裂片与子囊群及叶脉分布; D. 鱗毛; E. 鱗片; F. 孢子囊; G. 孢子及其翼状凸起。g. 芽; sr. 子囊群; lpc. 唇細胞。(全部是实物写生)

圍繞在外。莖的尖端及葉柄都被鱗片。鱗片披針形而尖端逐漸纖細，最後成單細胞的絲狀長條(圖 211. D)。鱗片棕褐色。老時尖端的細長細胞，常常斷去。根根二原型而類似四原型。中柱鞘 2 層，內皮層 1 層，包圍中柱之外。內皮層細胞細長或作腰鼓狀，凱氏點很顯明。靠近中柱的皮層細胞小而壁厚，幾無細胞腔。但愈到外周的體積愈大，而壁愈薄(圖 212. H)。

葉柄葉柄基部有 7 條維管束，共成半圓形。在上方的 2 條，比較粗大，其橫斷面略作腎臟形，此 2 條腎形的成八字式的排列。在下方的 5 條都成圓柱形，排成半圓形(圖 212. I)。葉中脈具 1 條維管束。葉肉沒有什麼分化。表皮具很多腎形氣孔。氣孔與表皮細胞的關係與鐵綫蕨相同，子囊群生長於中脈的兩旁。子囊托向中脈而生(圖 212. J)。囊群蓋是葉緣特化而成的，而現在的葉緣實在是葉的上部向兩旁膨凸而成的(圖 212. K—L)。

配子體 此蕨的配子體以及雌、雄配子器等，大概與其他薄囊蕨相似。

無性繁殖 狗脊與艾氏鐵綫蕨等相同，莖的尖端着地生根可發生新枝條。此外虎尾蕨常於葉片發生芽及小鱗莖，當其成熟時，墜落於地便生根發葉。狗脊也有葉上發芽的特性，葉的下面生子囊群，而上面發生很多不定芽，在葉面向上發生鱗片 1 叢，居其中央的則是 1 個無性繁殖的芽(圖 212. M—O)。

生長環境 狗脊是藥用植物，各地多有分布。生長的环境也因種類而有不同。單芽狗脊生長在水濕地區。在昆明黑龍潭植物園後水溝中很多，東狗脊也生長在陰濕之地。狗脊則生于陰蔽地區。從昆明到貴陽公路兩旁森林地帶，狗脊很多且生長繁茂。

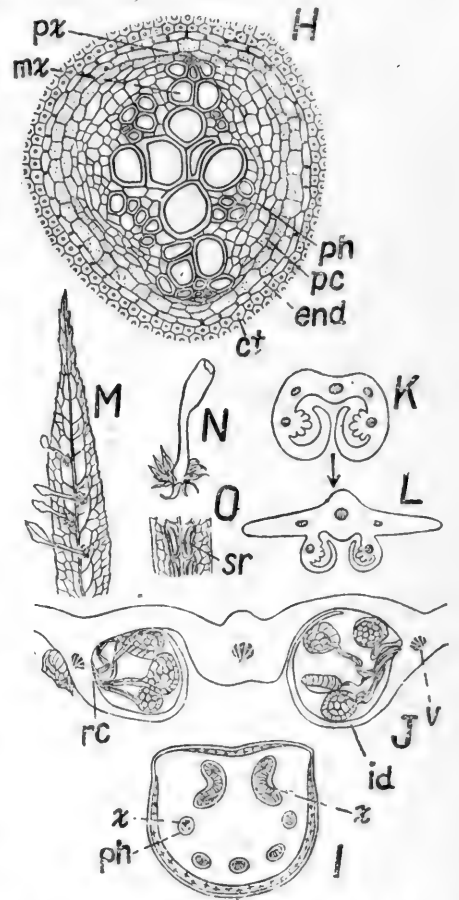


圖 212. 狗脊的構造：H. 根部中柱的橫切面；I. 葉柄橫斷面略圖；J. 孢子葉橫切面，表示：子囊托、子囊、子囊蓋的關係；K—L. *Lomaria* 及 *Eublechnum* 子囊地位變遷的演化；M—O. 東狗脊 (*W. orientalis* var. *prolifera*)；M. 無性繁殖芽；N. 芽及其基部的鱗片；O. 與 M 同一鱗片的腹面。十字代表厚角組織；ct. 皮層；end. 內皮層；id. 囊群蓋；mx. 後生木質部；pc. 中柱鞘；ph. 韌皮部；px. 原生木質部；rc. 子囊托；sr. 子囊群；v. 維管束；x. 木質部。(H—J. 賡徒手制片，K—L. 賡 Bower, M—O. 福建產的東狗脊腊葉標本)

貫眾屬(*Cyrtomium*)

孢子體 莖 貫眾(*Cyrtomium fortunei*)屬於三叉蕨科(Aspidiaceae)。是中型陸生草本，地下莖短而直立，密生鱗片。根 根是叢生須根，支根繁多。葉 葉是羽狀復葉，全緣或有小鋸齒。葉脈網狀分布，內有 1 小脈。子囊群生小脈上。孢子囊 囊群蓋圓形，脫落或不落。孢子囊扁形而有杆。孢子 孢子兩面型(圖 213. A—G)。

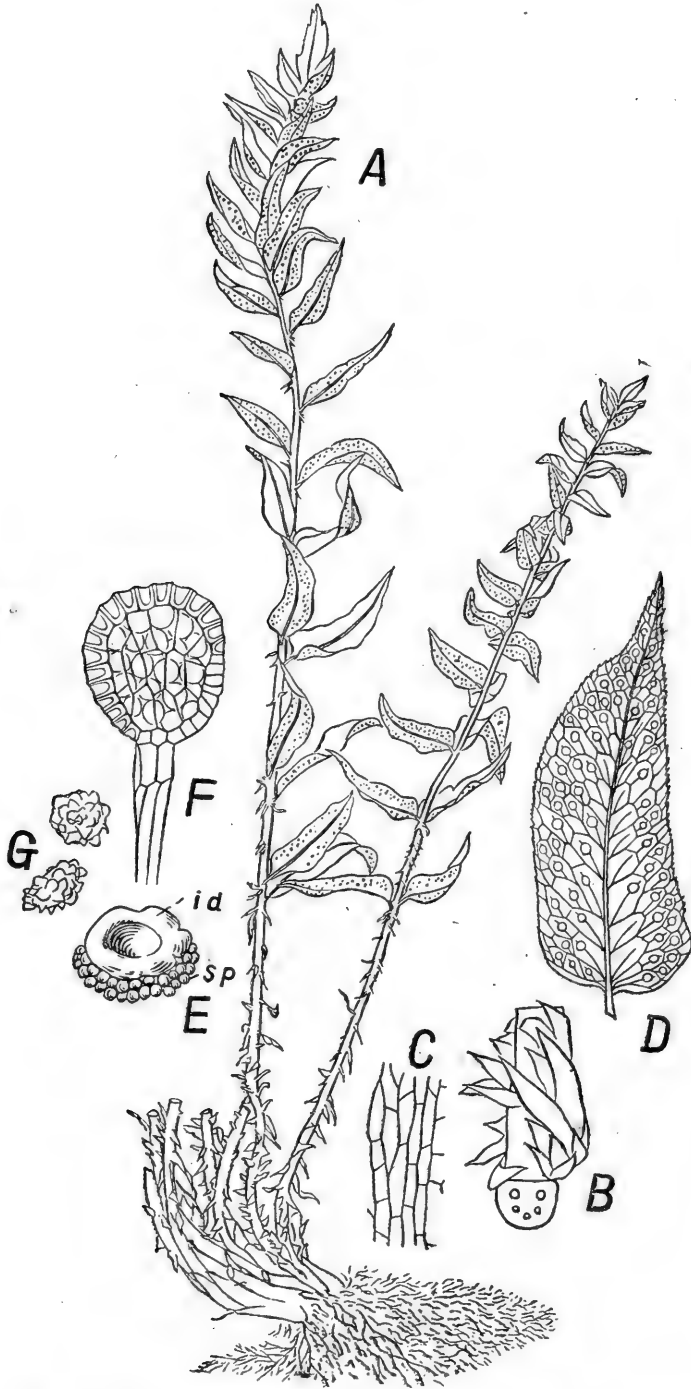


图 213. 贯众: A. 写生图; B. 叶柄的 1 部分, 表示: 维管束的分布与鳞片的生长; C. 鳞片 1 部分的放大; D. 叶的腹面, 表示: 子囊群与内含小脉的关系, 以及叶脉分布; E. 子囊和子囊盖; F. 孢子囊; G. 孢子的正、侧面观。id. 囊群盖; sp. 子囊。(全部是实物写生)

内部构造 莖 莖具网状中柱而有多丛黑色的厚角組織，木質部的发育是中始式。叶 叶片的上、下表皮細胞没有什么不同，气孔及子囊托与囊群盖都由下表皮而生。中脉内有两条維管束，是双支并行而生，維管束内木質部居中，而韌皮細胞圍繞其外，成同心式的周韌构造。叶肉分1层栅栏細胞及5, 6层海綿組織。在中脉的上面中部，有下陷的凹縫，縫下的細胞与中脉的下皮层都加厚成厚壁組織，叶柄的上面平而下周圓，内含5条維管束，每1条維管束成1个同心周韌的构造。叶柄的下皮层，具10余层細胞，其形小而壁厚，是厚壁組織。根 根的中柱是外始式二原型。皮层細胞的外周有7, 8层形大而壁薄，含有粒状碳水化合物很多，中部的5, 6层形小而壁厚，所含的物质也渐少。最内圍繞中柱的数层，則极端厚化，成为厚壁的纖維組織。孢子囊 囊群盖是鳞片状的构造，自子囊托的中央生出，而翼盖其上。孢子囊由托的四周向外生长(图 213. E)。子囊的构造是标准薄囊蕨式，其形扁圓而杆长数节，是复細胞构造。环带縱繞，有18枚厚壁細胞。口的构造甚属完全，具2枚特化的唇細胞。子囊开裂时是橫裂(图 213. F)。孢子 孢子棕褐色，外壁有翼状凸起(图 213. G)。

配子体 配子体是叶状的扁平原叶体。原叶体与雌、雄配子器以及胚胎的发育及构造等都与蕨相仿佛。

生长环境 貫众属的分布非常广泛。南非洲，檀香山，南、北美洲，日本都有生产。我国各地多有，且用以入药，据说可治流感。貫众生长之处，多在阴湿地区或林木蔭蔽地带。

滇紅腺蕨(*Diacalpe christensenae*)

孢子体 滇紅腺蕨属于岩蕨科(Woodsiaceae)，是云南独有的新种，茲依新种发现的原文[秦1949]，擇其主要之点而稍加以增减，叙述如下：莖 地下莖，短而直生。叶 叶干綠色，質薄而柔軟，是四重羽状复叶。全叶外形成卵状，前端尖細，基部圓鈍。小叶片闊披針形，前端細細，有鋸齒。叶片下面沿叶脉密生紅色杆状腺毛，上面沿叶脉生长灰色刺毛。叶柄很长，淡紅褐色，密生褐色披針形的鳞片。叶軸弯曲很剧烈。叶脉分离，每1个鋸齒具1条小脉。孢子囊 子囊群大而圓，位于小脉的梢头，每1小叶片的1个裂片生长1个孢子囊群。囊群盖灰褐色，圓球形，有凸起的腺体，全盖是膜質而很堅韌，成熟时，开裂成不規則的2, 3瓣。孢子 孢子小而長圓形，半透明，具翼状凸起。

内部构造 笔者因为時間不許可，无暇应用石蜡制作切片，对于根、莖、叶各器官，仅以徒手制片供观察，作此初步报告，詳細描述尚有待于他日。莖 此蕨的莖弯、扭、斜生而極堅硬，所以很难制片(图 214. A)。中柱是网状而分裂的，具圓形或長圓形的維管束数条，束的大小很不均匀。維管束的构造是周韌的。每1条維管束之外，有1层極細小的內皮細胞，凱氏帶細細可現。中柱鞘2层，其細胞的長短与內皮細胞相似，而寬度大1倍，且含有濃厚的細胞質。韌皮細胞通常形小而多角，在木質部內、外兩側的約4, 5层，在兩端的似仅1层而已。在莖的橫斷面上，木質部成为略似棱形的分布。管胞也很細小，其直徑仅略大于韌皮細胞而已。但为数很多，且大小相同，所以原生、后生木質部的分化很不明显，管胞之間且有木質薄壁細胞夹杂而生。莖中髓部与皮层都很寬广，且有棕黑色的厚角組織成为条柱构造散布其中。而皮层的外周又有厚壁細胞

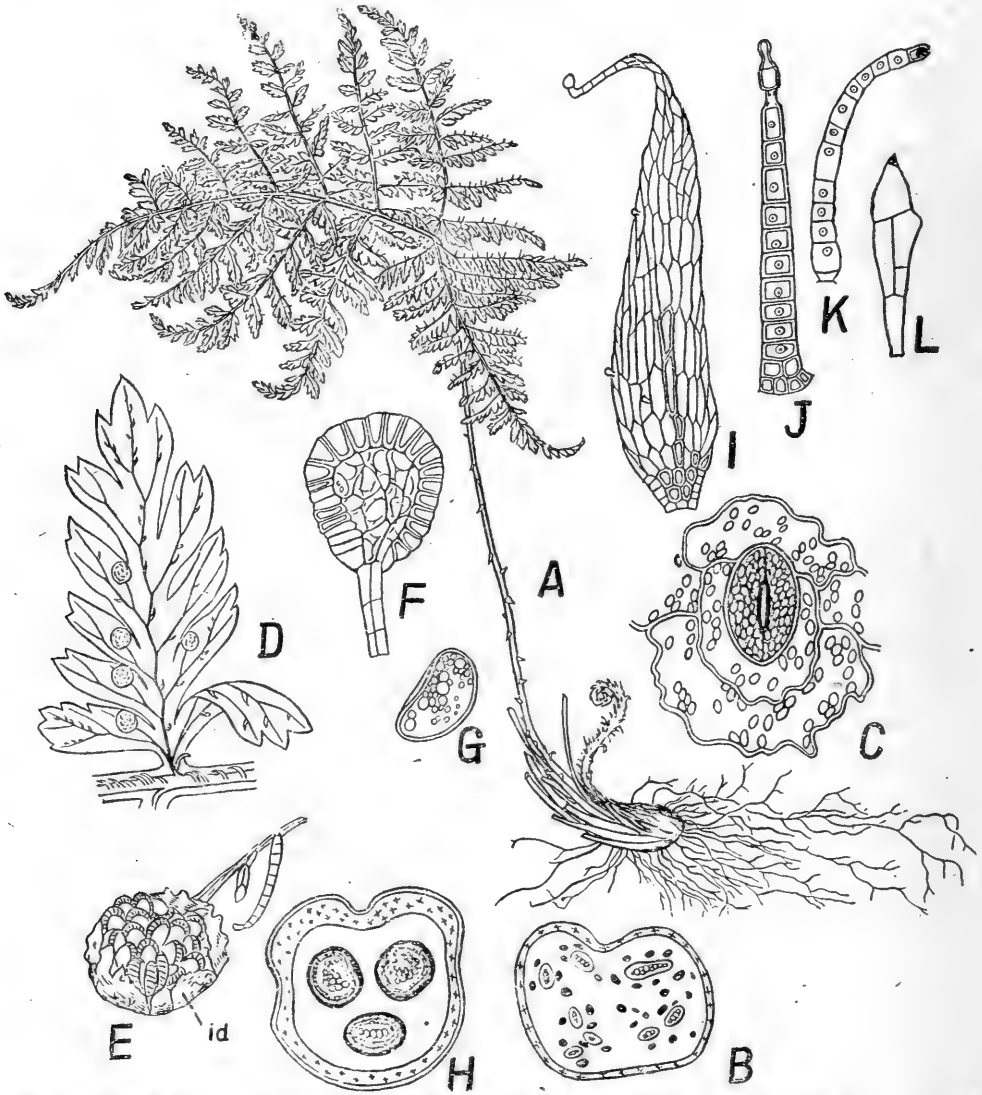


图 214. A. 滇紅腺蕨(*Diacalpe christensenae*) 的写生图; B. 匍匐莖橫断面略图; C. 气孔的构造; D. 小叶裂片的腹面, 表示: 各种腺毛, 球状子囊盖, 并叶脉的分布; E. 破裂的子囊盖及裸露的孢子囊; F. 孢子囊; G. 孢子; H. 叶柄横断面的略图; I. 具腺毛的鳞片; J. 复细胞棕色胶质腺毛; K. 顶端细胞含红色液体的腺毛; L. 顶端细胞含白色物质的短毛。id. 囊群盖。(全部是实物写生)

的分化(图 214. B)。根 根细而分歧, 具有很多支根(图 214. A)。其中柱是外始式二原型。每丛原生木质部具 2, 3 枚原生管胞。后生管胞较原生的大数倍, 其数量也不很多。韧皮组织居木质部的两侧。根部的韧皮部、中柱鞘以及皮层 3 种组织的细胞都极细小。皮层自外至内约具 8, 9 层细胞, 在外周的细胞大, 而内部的渐小, 外周细胞成长方形而多角, 渐到内部渐成扁平的。皮层最内的 4, 5 层细胞都是厚壁组织, 且愈到内部细胞的壁愈厚, 在最内的 2, 3 层几无细胞腔可寻。自表皮向内的 3, 4 层都是厚角细胞。根中所有的细胞都没有胞间隙。叶 叶很薄, 叶肉没有栅栏、海绵组织的分别。气孔肾状与铁线蕨相同, 生于叶的下面(图 214. C)。叶脉的分

布不及叶緣(图 214. D)。叶柄 眞蕨叶柄的横断面通常上平下圓,其形略似馬蹄。此蕨叶柄的外形也是如此。維管束仅有 3 条,3 条之中,2 大 1 小,大的在上面,小的在下面,其生长的位置恰成 1 个正三角形,每一条維管束的周圍必有黑色的厚角組織圍繞着。叶柄的下皮层多角而形小,当叶柄渐老时,此种小型的細胞便分化成为厚壁組織(图 214. H)。毛及鱗片 此蕨用紅腺为名,其毛与鱗片都具有腺細胞。叶柄具披針形而上端尖細的鱗片,在其頂端最上面的 1 枚細胞,其上部膨大成球,是为腺細胞。其余的細胞,也可向外发生較小的球状凸起,凡凸起的都是腺細胞(图 214. I)。在叶片上面具有复細胞的綫状毛,其尖端也成球状,而内含黃褐色的胶状液体。但其余細胞則无色透明(图 214. J)。另外在叶的下面,有复細胞綫形而弯曲成鈎状的毛,此毛除尖端的 1 枚細胞含有鮮艳深紅的液体外,其余的細胞也都没有什么色素(图 214. K)。此外,尚有短而較闊淡棕黃色的毛,也生在叶的下面,此毛仅有 4, 5 枚細胞,在頂端的細胞不圓而尖,在其尖端之內,含有白色不透明的物質(图 214. L)。孢子囊 子囊托高举而凸出叶面之外,与秒權科仿佛相同。囊群盖由托的基部而生,且包裹子囊托与子囊群的全部。囊群盖的外表也有很多凸起的腺体(图 214. E)。孢子囊扁圓,略成三角形,环帶縱繞,具 12—18 枚厚壁細胞。子囊杆不很长,具細胞 3 节(图 214. F)。孢子 孢子腎状,无色透明,含很多脂肪(图 214. G)。

配子体 配子体如何,尙无报告。

生长环境 此属原来是单种属,仅有 1 种(*D. aspioides*),广布于亚洲热带及亚热带,包括云南等地区。最近据秦仁昌先生研究,在西南又发现 2 种。本种是云南中部特产,常生于竹簕下,蔭暗丛林中。昆明玉案山筇竹寺前簕沟中很多,另 1 种产在四川峨眉山。

水龙骨科(Polypodium)

孢子体 水龙骨科是眞蕨中最高等的,其所包含的属与种也最多。本科蕨类概是附生或陆生草本。莖 莖匍匐或直立,具有鱗片(图 215. A—B)。叶 叶是单叶或羽状复叶,也有少数是更复杂或两歧的。叶片坚硬,革質,有或无鱗片及毛。叶脉分离或成网状而不分离。叶柄通常有关节。根 根是須根,多数是不定根。孢子囊 孢子叶与营养叶没有什么分別。子囊扁圓形,有长杆。环帶縱繞,不完全而与杆相遇。子囊口极发达,有特化的唇細胞。子囊开裂时是横裂(图 215. D)。孢子 孢子两面型,很少为四面型。每 1 子囊产生 32 枚孢子的最为普遍(图 215. E)。

内部构造 莖 水龙骨科的莖具有 1 枚四平面的倒金字塔形分生細胞,凡莖的构造都是由此分化而成的。据狄貝蕾 [De Bary 1884] 的报告,水龙骨科地下莖的腹与背 2 部,各有 1 条比較粗大的維管束,其余細小的均相对两旁叶片而生。叶迹向上弯曲交叉成为网状构造。所以一般水龙骨科的老莖,具极度分裂的网状中柱。維管束的横断面成长圓或圓形。木質部居中,韌皮組織外繞,成为同心維管束。原生木質部常生于后生木質部的两端或外周,这是退化的中始式或外始式。莖中叶迹、叶隙俱全。在昆明附近所采的滇水龙骨科(*P. manmeiense*),其莖中层与髓部的构造没有什么不同。叶隙特別寬大。而維管束很細小,极度分散,并且为数不多,所以其构造与分体中柱非常相近,是高度分裂的网状中柱(图 215. F—G)。大小不一的棕黑色厚角組織,散处

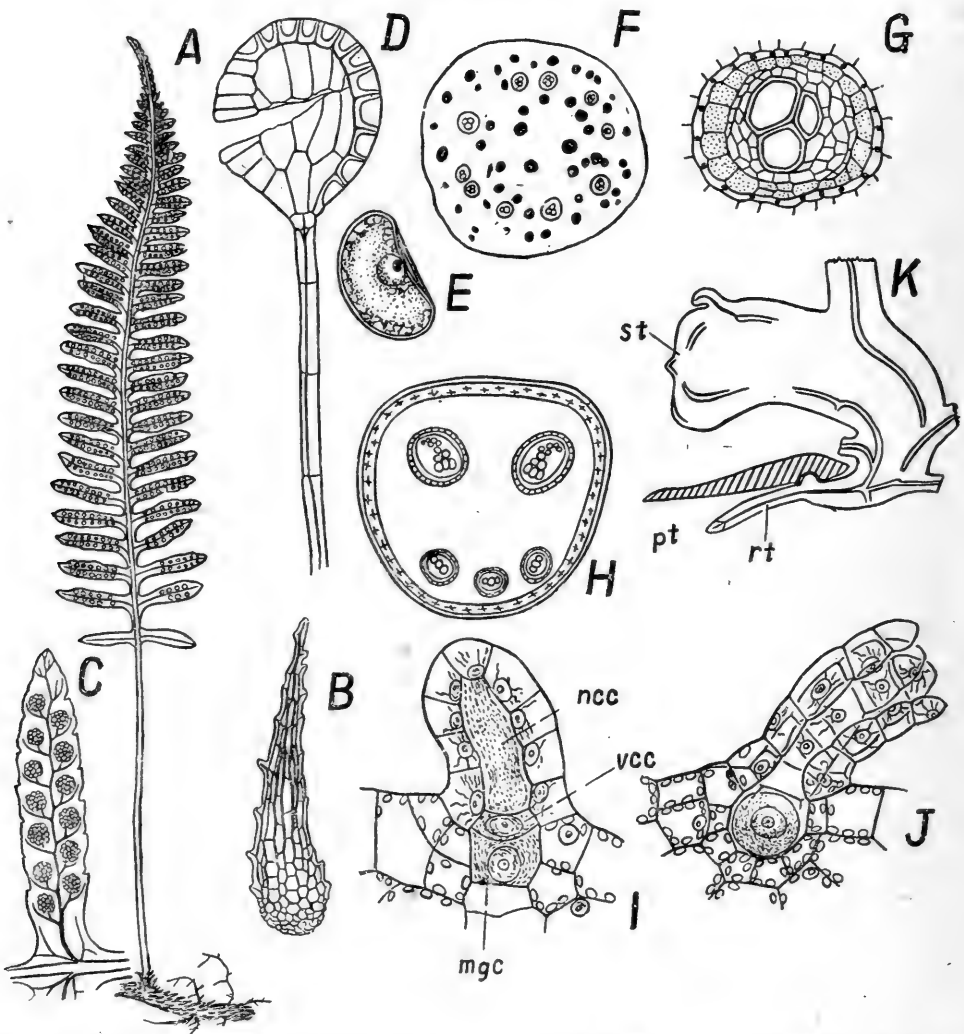


图 215. A. 滇水龙骨(*Polypodium manmeiense*)的写生图; B. 具厚壁复细胞的鳞片; C. 小叶片腹面的叶脉与子囊群; D. 孢子囊; E. 孢子的侧面观; F. 茎的横断面, 表示: 维管束与黑色厚角组织的分布; G. 维管束横断面的构造图, 自外而内表示: 内皮层、中柱鞘(加点的)、韧皮组织、木质部; H. 叶柄的横断面; I—J. 雌配子器; K. 孢苗的发育。ncc. 颈沟细胞; vcc. 腹沟细胞; mgc. 雌配子细胞; pt. 原叶体; rt. 根; st. 茎。(A—H. 实物写生及临徒手切片; I—J. 临 Strasburger; K. 临 Bower)

髓部及皮层中。 叶 滇水龙骨叶片的下表皮剧烈地向外膨凸, 叶肉 5, 6 层, 无栅栏、海绵 2 组织之分。胞间隙小而不多。维管束极为细小, 单独生长。囊中, 管胞 3, 4 枚聚生一处。原生木质部极少, 而居后生木质部的旁边。韧皮组织围绕木质部而生。叶柄横断面的外形与树蕨相似, 也是上平而下圆。在上半部的两旁各有 1 条比较粗大的维管束。在下半部则有 3 条细小的 (图 215. H)。木质部的发育是外始式, 而维管束的构造也是同心的, 柄内除数层下皮层细胞特化成厚壁组织外, 其余的都是薄壁组织。 孢子囊 在所有薄囊蕨中, 孢子囊发育的情形都相同。但子囊位置与子囊群盖如何, 则各不相同。水龙骨的子囊通常在孢子叶的背面成群生长。子囊发生很迟, 子囊群圆形而散布于叶面, 与叶脉有特殊的关系, 通常生长于内含小脉的末梢。子囊发

生之先,叶面发现下陷窝穴。窝穴的底有凸起的构造,这是胎座,子囊由此而生。子囊发生之初,胎座的表皮細胞向外膨凸,成为子囊母細胞。当母細胞膨大成为半球形时,便发生横断分裂,于是分化成内、外2枚細胞,内細胞与子囊的分化无关,且与邻近各細胞的高低、大小相同,所以不久即不易分辨。外細胞是子囊原始細胞。由此,自其基部到頂端,不断向三方面作魚鱗式的歪斜分裂,所以魚鱗式的細胞縱裂成为3行。其頂端有1枚倒金字塔形細胞。此后,幼子囊的頂端膨大。金字塔形細胞发生頂端平周分裂,便成为1枚頂細胞。由頂細胞,与包围于金字塔形細胞外,其他三边的細胞,合成子囊壳。水龙骨科的子囊壳各細胞,虽由此4枚細胞分化而成,但永远是单层构造。壳内的金字塔形細胞叫做孢原,由此向四边平周分裂,成4枚初生絨毡細胞。孢原第一次的分裂通常是横裂,但也有斜裂或縱裂的。不論初次的分裂是縱还是横,其第二次的分裂必与它成直角。而第三次的分裂又与第二次的成直角。結果,孢子組織的分裂很規則。由1枚細胞分成2,由2而4,最后成8或16枚。如此分化所得的細胞,就是孢母細胞。由此行減数分裂,然后各自分化成1枚四分孢子(图210. K—Q)。

配子体 水龙骨科的原叶体是标准的心脏形,質薄而两翼寬大,生长迅速,发育很快,惟寿命不长。
雄配子器 雄配子器生长在原叶体基部的腹面。器圓球形,向外凸出,頂端有1枚冠細胞,其下有圈細胞,圈細胞共分上、下2层。器内产生雄配子的数目通常是32枚。雄配子螺旋状、多弯、絨毛丛生,且尾端附有小囊。
雌配子器 雌配子器通常丛生于原叶体前端幼嫩之处,而在陷凹部分之后。其頸具細胞4,5层,向外凸出,而向后弯曲很剧烈。内含1枚頸沟細胞,而常具2核(图215. I—J)。

胚胎 接合子最初的分裂是依照雌配子器頸管作縱裂的。第二次則是横裂。在此4枚細胞的时期,各細胞与日后器官的关系已可决定。靠近原叶体前部的2枚細胞,其在上方的,是莖所自分成的細胞,下則是叶。在后部上方的,日后分化成基足,其余1枚分化成根。莖与叶最初平行生长于原叶体之下。不久,由原叶体的陷凹处向上伸出(图215. K)。

生长环境 水龙骨科多半是附生植物,生于热带、亚热带与温带地区。其中以水龙骨科的分布为广泛,国内华中、华南、华东等地都有。

槐叶目苹(SALVINIALES)

本目特征 本目蕨类的孢子囊成群生于托上,由生于基部的向上成熟。囊群盖球形,包围子囊群之外,此盖也称为孢子果,孢子果有大小之分,大孢子果中产生1枚大孢子。小孢子果中产生多枚小孢子。大、小孢子囊都无环带。原叶体很简单,属此目的蕨类都是水生,自由漂浮,其莖匍匐、平展生长而分歧,莖中具1单条的維管束。叶在芽中不作蜷卷状。本目仅槐叶苹及滿江紅两科,二者从前曾被認為是1科(参閱[Verdoorn 1938] 550 頁)。

槐叶苹属(*Salvinia*)

孢子体 槐叶苹是水生蕨类,全体自由漂浮。莖 莖細,匍匐生长,分枝,有毛,而无根。

叶 叶輪生，每3叶成1輪。每輪中，2叶是綠色、全緣而漂浮水面的，此2叶的叶脉是网状分布。第三叶是吸收叶。吸收叶无綠色，分裂很細，成根毛状的腺体，下垂水中(图216. A)。孢子果 孢子果每4—20枚成1丛，每1果，生长于裂叶分枝的頂端。果圓或卵圓形(图216. B)。果壳很薄。在1丛孢子果中，居于頂端的1, 2枚通常产生大孢子囊。其余的产生小孢子囊。孢子果的基部，分化成柱状的托，托内有叶脉的分化。每1个大孢子果中，产生数枚到20余枚大孢子囊(图216. F)。每1个大孢子囊中，仅产生1枚大孢子(图216. E)。小孢子果中，产生无数小孢子囊(图216. F)。每1个小孢子囊中，产生64枚小孢子(图216. J—M)。每1个丛生的孢子囊，叫做子囊群。其果，則是子囊群盖特化而成的(图216. C—F)。

内部构造 莖 槐叶草莖的尖端，有1枚倒金字塔形分生細胞(图216. U)。中柱是管状构造，其維管組織退化得很剧烈。內皮层很明显。皮层組織中有大型气室很多，圍繞于中柱的四周。薄壁細胞分化成薄板状的构造，連接于中柱与表皮組織之間，成辐射状的生长。叶 槐叶草的叶分为两种，其一是营养叶，另一是吸收叶。营养叶中仅有1条維管束，大型气室2层，2层之間，仅隔1层薄壁細胞而已。上、下表皮細胞向外发生成毛，而毛的生长尤以叶的上面为多。吸收叶分歧繁多，成为細长根状的节。其外周发生无数假根状的細胞。每节的尖端有1枚分生細胞。根 槐叶草并不发生任何式样的根。

配子体 雌配子器 在秋冬的时候生长停止，槐叶草的莖逐渐分断成为多节，孢子果便沉于水底。当果壳腐烂后，孢子通常連子囊壳漂浮水面。大孢子第一次的分裂是橫分，由此分成上、下2枚細胞。上細胞体积較小，而是凸鏡状，配子体的組織由此分化而成。下細胞很大，充滿全孢子的中部，由其細胞核分裂成为多数游离細胞核，散居細胞質中。此等游离細胞核永远不分化成組織。久后，自行退化而終被吸收。在孢子上方配子体組織的中央，是最初1枚的雌配子器原始細胞所发生之处。雌配子器下陷于配子体組織中，而頸露于外。器中自下而上，有雌配子、腹沟、頸管、細胞各1枚，而頸沟細胞中含核2枚(图216. N)。当雌配子器发生的时候，孢子壁終被脹破，一部分的配子体与雌配子器便高凸裸露于外。雄配子器 每1个小孢子囊中产生64枚小孢子。小孢子萌发于胶质体中。当孢子膨大的时候，其原生质体橫裂为上、中、下3枚細胞。不久，下細胞又橫分成大、小不同的2枚細胞。其較小的处于最下面，成为基部細胞，此細胞与其他异孢蕨类雄配子体中的原叶細胞相似。在最初分裂所得的上、中、下3枚細胞中，其上、中2枚細胞繼續分裂成为2枚雄配子产生細胞及4枚不育細胞。每1枚雄配子产生細胞，发育4枚雄配子細胞。每4枚雄配子細胞自成1丛，每2丛之中，有1枚大型不育細胞間隔着。而每丛的上、下另有小型不育細胞圍繞着(图216. O—R)。学者認為每丛細胞是1个雄配子器。而每1枚小孢子含2个雄配子器。在孢子最初所分上、中、下3枚細胞中的最下面1枚，逐漸长大延长，將上方各細胞推挤到胶质体的表面、并穿脫孢子囊壳而露出于外。雄配子是螺旋状的构造，其弯卷約近2圈，絨毛不多，比較一般蕨类少。

胚胎 雌配子器成熟时，頸沟与腹沟細胞都行退化，器口的頸細胞向外开放。雄配子聚集頸口。最先进去的与雌配子細胞交配，便成为接合細胞。接合子最初縱裂，分成2枚大、小不等的左、右細胞。此后，再縱、橫分裂，便成为8枚細胞。如以左、右來說，在右边的細胞，日后分化成

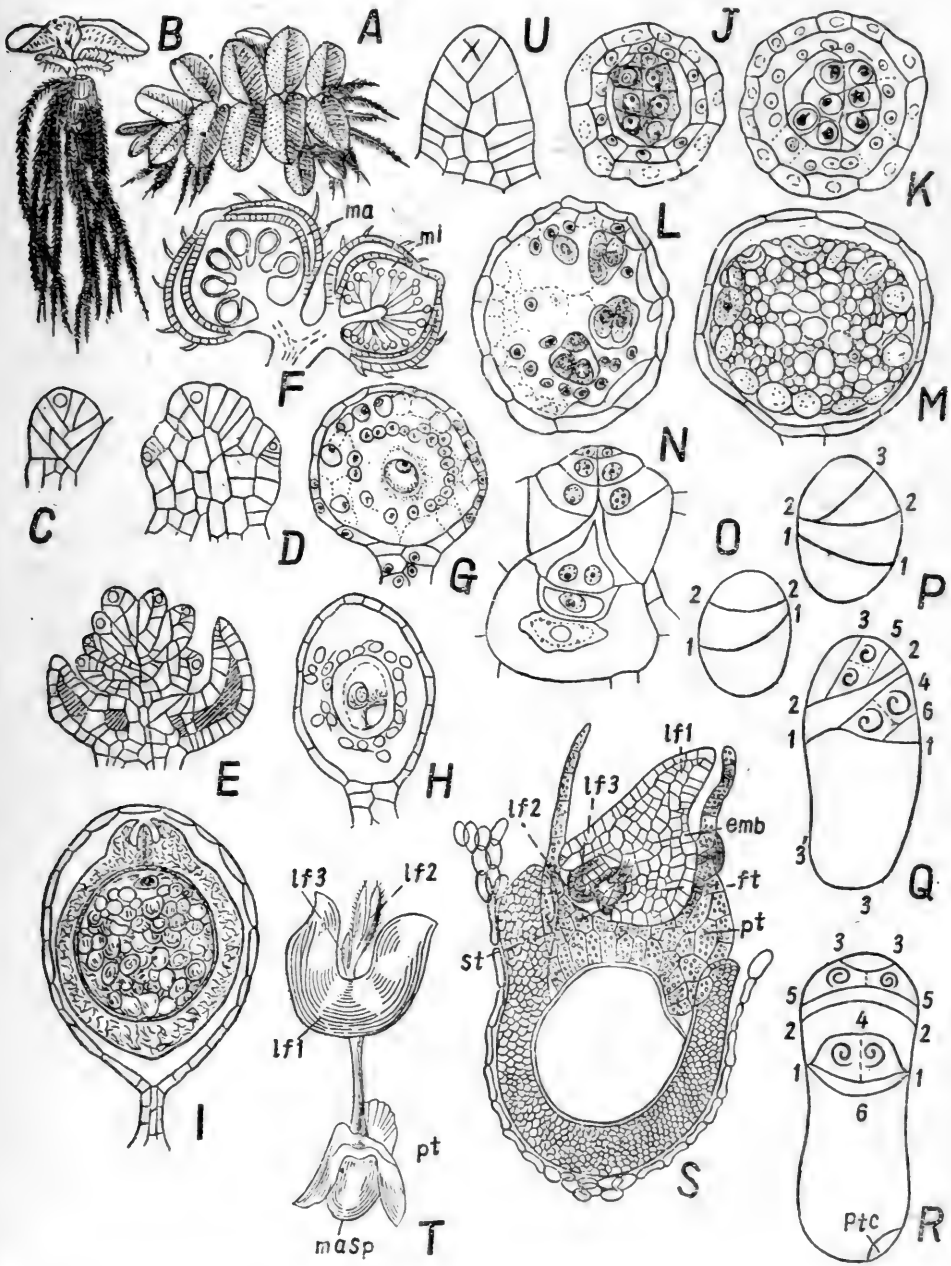


图216. 槐叶萍: A. 槐叶萍(*Salvinia natans*)的写生图; B. 孢子体的侧面观, 表示: 孢子果及吸收叶; C. 子囊群原基及分生细胞; D. 孢子果自旁侧部分开始形成; E. 是C与D的后期; F. 大、小孢子果的纵剖面略图; G—H. 大孢子囊的发育; I. 成熟的大孢子囊及大孢子; J—M. 小孢子的发育; N. 雌配子器; O—R. 雌配子器的发育; S. 胚胎及原叶体; T. 孢蒴; U. 茎端分生细胞。ptc. 营养细胞; lf1, lf2, lf3. 幼叶; pt. 原叶体; masp. 大孢子; ft. 基足; st. 茎; emb. 胚胎; ma. 大孢子囊; mi. 小孢子囊; 1—6. 数目号表示分裂次序。(A. 植物写生, B, S, T 临 Pringsheim, F. I. 临 Strasburger, C—E. 临 Zawidski, G—H. 临 Kundt, J—M. 临 Yasui, N. 临 Arnolde, O—R. 临 Belajeff)

基足，基足是吸收之用，但并不很增长。其余在左边 4 枚細胞中而在外方的 2 枚，分化成心脏形的子叶。在內的另 2 枚，成为幼莖。此幼植物不久即生长延长，而出于配子組織之外（图 216. S—T）。

关于幼胚器官各由 1 枚細胞分化而成。但分化成根的部分，发育不久即停止生长，而其組織与基足相混杂，无法分辨，所以槐叶苹在胚胎时期也有根的遗迹。然而学者认为此植物无根，而其胚胎有根，实在是严重的问题。所以对于槐叶苹除已研究的各种外，其余尚有继续研究的必要。

生长环境 槐叶苹生于水塘池沼中。分布得很广泛。我国南北各地水塘、池沼、水稻田中都有分布。

滿江紅屬(*Azolla*)

孢子体 滿江紅屬属于滿江紅科 (*Azollaceae*)，植物体很細小，全体漂浮水面，滋长繁盛，滿布塘面，成为一片紅色。莖 莖細小，羽状分歧。叶 莖上小叶密生，复盖全莖。叶是互生，且彼此重迭。每叶分成上、下两片。在上面的是綠色的，其質厚，且叶的一边浸入水中，一边漂浮水面，在漂浮之面，生长乳头状的毛。叶的另 1 片，則是吸收叶片，其質极薄，没有什么色素（图 217. A）。根 莖的下面生細长的根，根单生或丛生。孢子果 孢子果有大、小之别。大的长圓或作瓶形，含 1 枚大孢子囊。小的球形，含丛生的小孢子囊。孢子果生于側枝的第 1 叶上。产生孢子果的叶，其吸收叶片特成 2 小枝，每 1 枝头生长 1 个孢子果。而叶的另一片，原先是营养部分的边缘，特成 1 风帽式的盖片，将孢子果复盖着（图 217. C）。

内部构造 莖 滿江紅的莖，虽极細細，而构造的分化則很发达。莖的尖端具有 1 枚倒金字塔形的分生細胞。中柱的中央，有外始式的木質組織。在其外周，有韌皮組織圍繞着。中柱与內皮层各是 1 层細胞。皮层約厚 5—8 层，其細胞都是薄壁的，且无胞間隙。莖中有叶隙、叶迹与根迹。又因木質部的中央含有少数薄壁細胞，所以中柱的式样可以認為是最簡單的管状中柱（图 217. B）。根 不定根、中柱鞘、內皮层及皮层的最內层都发生自同一母細胞。此細胞分生 1 枚倒金字塔形的細胞，自其前面所分裂的細胞即是根冠。其余 3 面所分化的是根的各部分。在根的成熟部分可分表皮、皮层及中柱組織。皮层通常具 2 层細胞，并有胞間隙。內皮层及中柱鞘各 1 层。中柱是原生式，仅具管胞与韌皮細胞各数枚而已。木質部是外始式，四原型。表皮細胞也有延长生长成根毛的。叶 叶片分上、下 2 部分，在上面的是营养叶片，其外緣有 1 层表皮，由此向上发生单細胞或复細胞的毛。在叶片前端上半部分的叶肉，分化成栅栏組織，并含有叶绿体。叶片的后部分下方，有 1 个大型的穴，穴中每有項圈藻屬 (*Anabaena*) 寄居。叶肉組織有胞間隙。叶片的下部分，有特化成枝状的孢子叶而生长孢子果的，也有特化成吸收器官的。但無論吸收叶或孢子叶其叶体都不发达。孢子果 滿江紅的孢子果圓球形，是囊群盖特化而成的。孢子果壳具 2 层細胞，內腔有項圈藻寄居其中，基部有柱，孢子囊的原始細胞丛生于柱旁。倘柱頂端的 1 枚孢子囊原始細胞发达，其余的退化，則結果发育成大孢子囊，其果則是大孢子果（图 217. D）。如果大孢子囊退化萎縮，而各小孢子囊发达，則果中含有丛生的小孢子囊，此果則是小孢子果（图 217. E）。大孢子囊 滿江紅孢子囊的发育是薄囊式。其大孢子囊具 1 层壳細胞，內周有 1 层

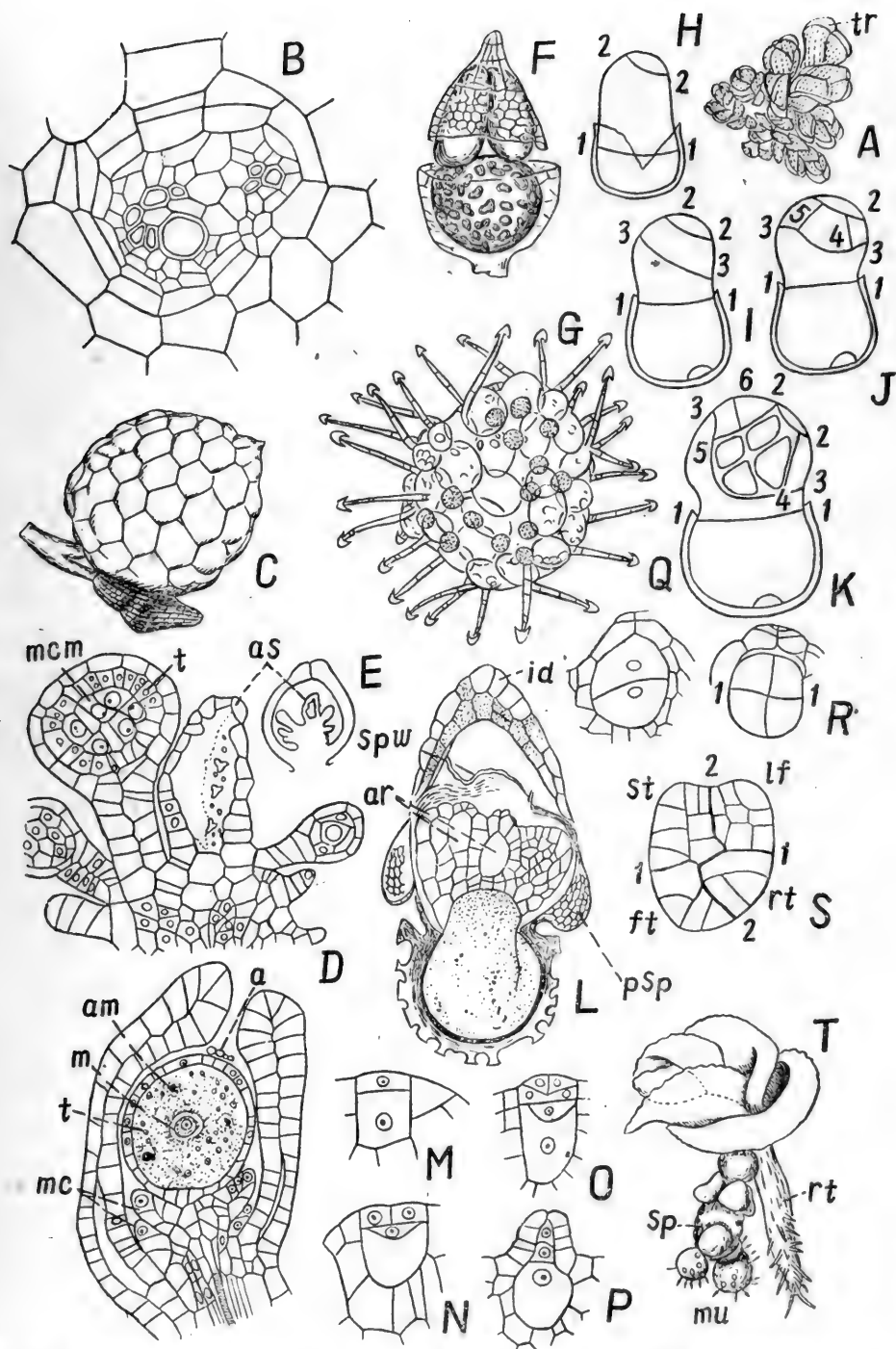


图 217. 满江红: A. 满江红 (*Azolla imbricata*) 的写生图; B. 细满江红 (*A. filiculoides*) 茎中柱的横切面; 表示: 叶隙与叶迹; C. 小叶满江红 (*A. microphylla*) 的大、小孢子果, 大型而在上面的是小孢子果, 葫芦形而在下方的是大孢子果; D. 坎州满江红 (*A. caroliniana*) 发育及败育的大孢子囊并基部已停止发育的小孢子囊; E. 同上种小孢子囊的发育和大孢子囊的败育; F. 开裂的大孢子果, 下部是具有巨大孔状周壁的大孢子, 上部是胶质体块; G. 坎州种的胶质体块与钩状刺及小孢子; H—K. 同 C 雌配子体的发育; L. 细满江红的雌配子体; M—P. 同 L 雌配子器的发育; Q—S. 同 L 胚胎的发育; T. 同 L 幼植物尚未脱离大孢子的时期。tr. 透明部分; id. 囊群盖; spw. 子囊壳; ar. 雌配子器; psp. 子囊周壳; a. 项圈藻属 (*Anabaena*); am. 败育大孢子, m. 大孢子; t. 纹色层及其细胞核; mc. 停止发育的小孢子囊; mcm. 小孢子母细胞; as. 败育大孢子囊; rt. 根; sp. 孢子囊; mu. 胶质体, 数目字表示细胞分裂的次序。(A 实物写生; R—Q 临 Smith, 其余都从 Eames, B 临 Queva, C 临 Martius. D—E. 临 Pfeiffer, F. 临 Bernard, H—K. 临 Belajeff)

絨氈細胞。囊中含大孢子母細胞 8 枚。經過減數分裂，成為 32 枚孢子。其中 1 枚長大，成為發育的大孢子。大孢子居子囊的基部，繼續膨大，同時絨氈層組織退化成為含有泡沫的膠質體。發育的大孢子粘連於一團大型的膠塊上。另有較小的 3 塊膠質體，也粘有不發育的孢子，而居大膠塊之上方。大孢子成熟時，孢子囊與孢子果都橫斷開裂，大孢子膠質體裸露水中，而破裂的子囊與果壳仍復罩其上，象帽子一樣(圖 217. *F*)。 小孢子囊 如果大孢子囊中全部的孢子退化時，小孢子囊原始細胞便進行發育。小孢子囊具有長杆，其發育的步驟也與其他薄囊蕨相同。每 1 個子囊含有 8 枚孢母細胞，由此分裂成 32 枚小孢子，小孢子均能發育，沒有退化的。小孢子初居絨氈層溶解所成的膠質體之中。其後遷移到其周圍。膠質體不久分裂成 4 塊或較多的泡沫膠質體。每塊膠質體，有多枚小孢子粘附着，並有向周圍發生鈎針狀膠質刺的。小孢子成熟時，子囊與果壳都被脹破。此帶有小孢子的膠質體漂浮而達到大孢子(圖 217. *G*)。

配子體 雄配子體 小孢子萌發時，仍居膠質體中。萌發時，內壁向外膨脹，外壁破裂。一部分的內壁由裂口凸出于外，成 1 個小球。球內含 1 個細胞核。不久，發生 1 層橫斷壁，將小球與孢子內腔分隔成兩部分。小球即雄配子器原始細胞。孢子內腔即是營養細胞。營養細胞自行分裂一次，成大小不均的 2 枚細胞(圖 217. *H—I*)。此後，便不再分裂。雄配子器原始細胞繼續分裂，最後分成 1 層包圍在四周的壳細胞及居于中央的 8 枚雄配子產生細胞。雄配子成熟時，大概待膠質體溶解後，然後出外(圖 217. *J—K*)。 雌配子體 大孢子萌發之初，其細胞核先行長大，然後分裂，由此分成 2 枚大小不同的細胞，小的居上，大的居下。大的含很多淀粉核，其細胞核不斷地分裂，最後，成為 2 層配子體的細胞，每層含數枚細胞，在上層中央的細胞首先發育成雌配子器。當雌配子器原始細胞將進行發育時，大孢子壁被脹破，而配子組織由裂口凸出于外。凸出的組織成 1 球形，內含 5 到 8 層細胞(圖 217. *L*)。此球狀的組織中，最先分化 1 枚雌配子器原始細胞，如果其配子不進行交配，則其周圍的細胞另行發育成雌配子原始細胞。雌配子器有 3, 4 層頸細胞，高出於配子組織，1 枚或 2 枚頸溝細胞，初生腹細胞有不再分裂即成雌配子細胞的，也有分成小型的腹溝細胞與較大的雌配子細胞的(圖 217. *M—P*)。

胚胎 接合子先行延長，隨後橫裂成 2 枚細胞，再縱裂成 4 枚細胞。此 4 枚細胞中，其靠近頸管的 2 枚，日後分化成葉與莖。另 2 枚，發育成基足與根。根、莖、葉都各具 1 枚頂端分生細胞(圖 217. *Q—T*)。

生長環境 滿江紅分布很廣，我國各地都有。通常與槐葉萍夾雜而生，紅綠相映，滿蓋水面，至為美麗。據廈門大學生物系曾定同志的研究，證明滿江紅能夠固定氮氣，可以作為肥料。

古真蕨類(FOSSIL FILICALES)

真蕨雖一度被認為是石炭紀最繁盛而居主要地位的植物。但到現今，已漸知不確。其發生開始於泥盆紀，傳衍到二迭紀，而繁茂於石炭紀。雖古今種類的外表相差懸殊，但其子囊、孢子與維管束的構造則沒有什麼不同。惟所發現的化石，多屬碎片，所以要想看到全貌是非常困難的。只有略舉數則，以資參考。斷章取義，勢所難免。

原生蕨屬(*Protopteridium*)

孢子体 莖 小原生蕨(*Protopteridium minutum*)是蕨类的原始种类,形体很細小。在1块化石碎片中,莖的下段仅闊2毫米。此植物大概具有繼續向上生长的主干与侧枝。 **叶** 此蕨的“叶”实际上是枝、叶二者过渡的器官。其长7—8毫米。中部对分为2枝,近前端时又是二叉分枝。其构造似侧枝,而比莖干扁且薄。但无叶脉。較长而狭,或較短而寬的叶子,以及不象普通叶片那样成为扁平体而与枝莖沒有分別的,也都有发现。这更足以証明叶与枝的关系(图218. A)。

孢子囊 孢子囊长1—1.5毫米,卵形到棱形,也偶有成筒形的。通常稍弯,頂端小。孢子囊壳的細胞都是长而狭的,但在中部有縱列的区带,其細胞較短。此区带大概是1条原始而不完全的环带,其細胞成多行排列。但其細胞的构造是与現代真蕨的环带非常不同的。此构造除被認作是环带而外,也很象子囊开裂之处。虽其构造較闊于現代子囊的口、而此区带很与1裂縫相似(图218. C)。子囊丛生于枝头。每丛有子囊4—6枚,群生于1公共的杆上,或生于二叉分枝的枝头(图218. A)。

孢子 孢子圓形而具有四面。在子囊内外都有发现。孢子外壁光滑,但偶或具有2个角質乳头状或他种凸起的,在同一子囊中所产生的孢子,大小很不一致。其直徑最大的是0.06毫米,而最小的仅0.03毫米而已。但孢子的形式、构造都相同。虽其最大与最小相差得非常悬殊,但介乎二者之間的为数也多,这样看来,体积的不同是逐渐变更的,所以其孢子仍属同型,而不能認为是异型的(图218. D—E)。

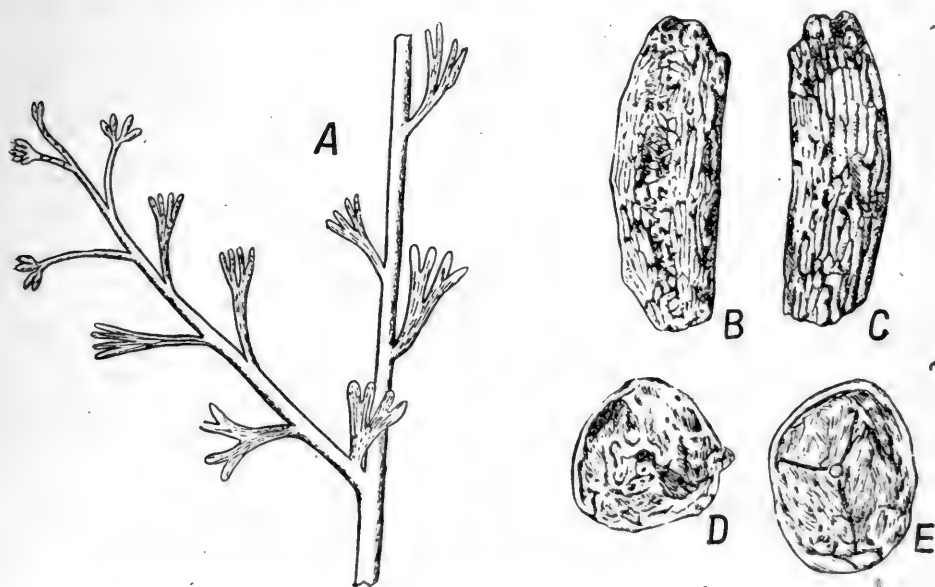


图218. A. 小原生蕨(*Protopteridium minutum*)的复原图; 表示: 群生枝头的孢子囊及柱状与扁平的叶; B. 已脱落的孢子囊, 表示: 中部具有縱列的区带; C. 已脱落的子囊, 表示: 細胞构造保存良好; D—E. 孢子, 孢子的四面型清楚可见。(各图均临 Halle)

发现地区 小原生蕨产于我国, 其发现的地点是云南东部沾益县龙华山。所在的地层是下

泥盆紀的上期,或中泥盆紀的下期。

蕨綱提要

(1)蕨類是孢子體與配子體獨立生长的植物。孢子體構造複雜,有根、莖、葉的分化,具維管束。幼葉作拳狀蜷卷。減數分裂在孢子囊內進行。配子體簡單纖小,沒有什麼分化,胚胎生長在配子體上,待幼苗發生根、葉,然後獨立生長。(2)蕨綱分為厚囊蕨和薄囊蕨2亞綱。厚囊蕨的子囊殼具數層細胞。子囊無杆。子囊殼是子囊原始細胞,由最初橫分成上、下2枚細胞中的上細胞分化而成。孢子組織則由下細胞分化而成。薄囊蕨的子囊有杆或無杆,子囊殼僅具1層細胞,當子囊原始細胞分為上、下2枚時,下細胞與上細胞的一部分,分化成為子囊杆或為子囊基部,而孢子囊殼與孢子組織全是上細胞所分化的。(3)真蕨有水生、陸生,孢子同型、異型之別,從前的人用這些作為分類的特征,現在已經漸不重視。(4)凡根、莖、葉的頂端,一概具1枚倒金字塔形,一邊向前,三邊向後的四平面分生細胞。凡各組織無不由此分化。(5)孢子體有毛或具鱗片,或二者俱全。大概構造簡單的種類似僅具毛,而繁復的則具鱗片。(6)根是須根,其中柱是原生中柱。木質部是外始式,二原型,但也有四原型的,少有一、三、五等原型。(7)莖分匍匐,直立、地下、地上、草本、木本、藤本各種。其中柱的式樣有原生、星狀、管狀、網狀、分體各式。維管束中韌皮與木質部2部的生長,有間隔、外韌、雙韌、內外各式。木質部的發育則有外始、中始、內始3種,而以中始式為多。中始式之內更有後生木質部不發生於原生木質部的內、外而僅分化在兩旁的。(8)真蕨很少的具有形成層而發生次生組織。(9)孢子葉與營養葉有完全不分、局部分異及完全分異3種。(10)葉脈有二分歧,網狀分布等等。又有分離與不分離的不同。葉脈中有2條維管束上下重迭而生、雙條平行及單獨生長各種。葉脈的構造是原生中柱、外始式、二原型,與根相同。(11)孢子囊群有托或無托有囊群蓋或無蓋。蓋是毛、鱗片或葉緣特化而成。(12)孢子囊由表皮細胞所分化、有單、復之別。有杆或無杆,有環帶或沒有。環帶縱繞、斜繞或橫繞、完全、不完全或僅留遺迹。(13)孢子二面型或四面型,同型或異型。(14)原葉體有綫體、柱狀及扁平各式,有內生菌與之共生或沒有。(15)雄配子器多成球形、具1層殼細胞,凸出于原葉體之外或下陷于內。雄配子螺旋狀多毛。(16)雌配子器成長頸燒瓶式,下陷,半陷于原葉體之內或凸出于原葉體之外。頸溝細胞1或2枚,或1枚而含2核。(17)胚胎分裂到4枚細胞時,已可決定每1枚細胞與日後器官的關係。真蕨胚胎具有基足、根、莖、葉4種器官的原基,或基足、葉、莖3種。胚柄少見于真蕨。

第六章 蕨类植物的演化

导源 蕨类植物科、属繁多,形态各异,古今种类构造不同,来源如何,很难判断,但根据各方面的报告,不外藻类与苔类两种说法。(一)藻类导源假说。藻类的植物体有以配子体为主,孢子体为副,而孢子体专营寄生的、象:团藻、鞘藻、車軸藻等都是。也有孢子与配子二植物体分别生长的,象:网地藻、多管藻、剛毛藻等都是(参阅第一編)。蕨类下等的象原生蕨,其构造简单与藻类的分别不多,所不同的只是陆生而不是水生而已。又萊尼蕨的构造除气孔及表皮而外,与高等藻类也没有什么差异,所以有人认为蕨类导源于那些孢子与配子二植物体分别生长的藻类,如网地藻之类。但也有人认为蕨类植物是从綠藻中与胶毛藻目相似的种类所演进而来,而与其他藻类并无关系(参阅第一編), (二)苔类导源假说。苔类具有扁平的原叶体,而孢子体寄生其上。角苔的配子体简单异常,而孢子体则化分成为半独立而生长长久且构造复杂的个体。多数蕨类具有扁平的原叶体,其孢子体最初也寄生在配子体上,但能生根或生假根,以营独立生长,这是蕨类与苔类所不同的。因此,有人认为蕨类导源于苔类,而裸蕨綱植物与角苔尤似有关系,其所相差的仅二者的原叶体圓扁不同而已。如果专依孢子体而言,那末未免断章取义,太武断了。此外又有以裸蕨的孢子囊中央具有柱的构造象杭尼蕨(参阅[Verdoorn 1938] 507 頁),此种构造与水蘚相同(参阅第三編泥炭蘚),所以二者也可能有关系。以上各种假说,虽根据事实,而切实証据很感不足。现在姑且記載在这里,以供参考。

关系 (一)裸蕨綱 裸蕨綱蕨类生存于古生代早期的志留紀及泥盆紀。此綱植物无根,无叶,而仅有旁枝,但也有具旁枝及小叶的。学者认为,今日蕨类都导源于此。因本綱不但是最古的蕨类,且其构造也极简单,实为原始种类所具有的特征。而古代蕨类的形态构造介乎裸蕨与眞蕨 2 綱之間的也很不少(如原生蕨等),这更可証明其关系的复杂。(二)石松綱 属于本綱的植物有石松、鳞木、卷柏、水韭等目。依古今种类形态的比較而知本綱最古的植物是草本,其后方有乔木,而近代的又属草本(見石松綱提要)。古代种类如鳞木、封印木等与石松虽非直接有关,但其关系的密切自无待言。而现代生存种类各有联系,当无疑問。水韭、卷柏、胚胎的类似,卷柏(*Selaginella spinulosa*)、小杉兰(*Lycopodium selago*)幼苗的相同,都足以証明其演化关系的亲密(参阅[Bower 1908]第 363—365 頁)。此外,石松与舌叶蕨则因关系过密而引起演化上的糾紛。因为或以舌叶蕨类似 1 个石松的胚胎而认为下等,也有以其是退化的种类而反較石松为高的。其所以持有不同理論的,都因为对于原球的解釋不同。在石松中有接合子不直接发育成 1 株石松,而先行分化成 1 个肉質圓球的,此圓球即叫做原球。原球无根,也无維管束,其薄壁組織、假根与内生菌类都与配子体很相似。石松在此时期,虽也生叶片,但此种叶片的构造简单,且无叶脉。所以称它为原叶而非眞叶。更进一步,此等原叶与原叶体上部分裂的叶片极相类似,所以石松在此幼小时期,虽是 1 个孢子植物体,而其外表及生理都与配子体没有差异。当原球生长到一个相当的时期,由其侧面或内部向外发生莖、叶及根。至此方能独立生活。所以可以把原球认为是最簡

單的孢子體，也可以看成是孢子體與配子體的過渡者。因舌葉蕨也有原球，而全體類似石松的1個胚胎，所以從前的人把它視為下等而認為較石松更原始。據現今研究，舌葉蕨是一種退化而特化的植物。且因環境變化所引起的反應，其生理及構造方面均趨向特化成塊莖的特性。此外，舌葉蕨的根是真根，葉是真葉，二者均有維管束的分化。此則與石松的原球大不相同。況且，瓶爾小草與單子葉植物中也常發生原球，所以原球假說僅僅是歷史上的陳迹而已。（三）木賊綱 古代木賊類多是喬木，而現在留存的種類都是草本，雖其構造與單子葉植物相似，而二者毫無關係。古今木賊類的葉都是輪生，而現代石松與其他化石種類(*Lycopodites stockii*)也有具輪生葉的。是否與木賊有關是很難說的。關於現代木賊的子葉球與蘇鉄中的藏米亞(*Zamia floridana*)皮相雖同，而來源迥異，因為木賊生長孢子囊的盾狀構造是孢子囊向下彎曲時，其彎曲的部分所特化而成的。如果取古今木賊綱植物的孢子葉球加以比較，則孢子葉退化與子囊杆特化的程序了然無遺，而藏米亞的盾狀構造實際上是孢子葉所特化的，這是沒有疑問的，所以二者不可并論。（四）蕨綱 石松、木賊、裸蕨3綱一概稱為小葉蕨類，而蕨綱則稱大葉蕨類。在蕨綱之中又以孢子囊殼的厚、薄與其發生形成的不同而分厚囊蕨與薄囊蕨2亞綱。屬於厚囊蕨的，其配子體多半成圓筒形，孢子同型，無大小之別。屬於薄囊蕨的，配子體多半扁平，而孢子則有同型與異型之分。（甲）厚囊蕨亞綱 1. 瓶爾小草目 瓶爾小草與觀音座蓮2目同屬於厚囊蕨亞綱，二者雖于特征方面很多相同，且同屬下等原始種類，但實際上是不相親的，瓶爾小草目為蕨類中下等的無疑，其中3屬雖關係密切而各不相似，且七指蕨及某種陰地蕨(*B. dissectum*)的胚胎不具胚柄，尤與本目其餘種屬不相類似。 2. 觀音座蓮目植物的葉型、葉隙、葉迹以及孢子囊的位置都與薄囊蕨相同。而子囊發生的步驟則是厚囊蕨式，且除此而外，尚有很多其他下等特征。所以此二目都屬蕨綱中最下等而原始的無疑。（乙）薄囊蕨亞綱 此亞綱所包括的科、屬最多，形態也最複雜，演化關係很難判斷。但依據古今種類形態、構造與生活史各方面比較觀察，都可以證明在薄囊蕨亞綱中以薇、海金沙與里白3科是最低下的，且各不相屬，而高等蕨類似都由此3科分別演化而成。即以孢子囊而論，芒萁的子囊群生于葉的表面；海金沙的子囊不成為群，而生于葉的邊緣；而紫萁的子囊則生于葉的裂片上。薄囊蕨各科常因子囊生長的不同，而分為表面子囊、邊緣子囊以及散生子囊3群。 1. 薇科 本科蕨類介乎薄囊、厚囊之間，而實際上是薄囊蕨中最下等的。其特征多與古代蕨類相同。現今高等種類導源于此的不多。絕大部分的種類是古老原始的。 2. 里白科 本科蕨類孢子囊與雌、雄配子器的生長步驟等，都與觀音座蓮科蕨類相類似。高等蕨類如桫欏等科都由此演化而出。 3. 海金沙科 此科也具厚囊、薄囊兩群的特征。高等蕨類如苹科、姬蕨科與膜葉蕨科等都導源于此。以上所述的是薄囊蕨亞綱演化上基部3科的概況，本亞綱科、屬過多，未能一一論述，惟擇其比較有問題的才加以敘述。 4. 水蕨目 (*Hydropteridineae*) 從前研究蕨類的人，往往將苹與滿江紅及槐葉苹3科合稱水蕨目，因為它們是水生的，孢子異型，且子囊之外部都有特殊的孢子果。近年形態的研究比較深入，現知此3科植物的孢子果并非同一器官所特化而成。且按苹的特征，如葉的二叉分歧、子囊群的位置以及環帶的式樣等，都是與海金沙科相近的證明，是苹科的導源于海金沙科似乎沒有問題。而槐葉苹與滿江紅2科則與膜葉蕨科較近，但此2科的關係如何也不很明了，所以近來學者認為水蕨目3科的結合很不自然，

便将苹科改置海金沙科附近,而以槐叶苹、滿江紅 2 科合成 1 目,或分置膜叶蕨科附近。至于水蕨目的名称則已廢弃不用了。5. 水龙骨科 本科蕨类是薄囊蕨中最高的 1 群,其中所包括的种、属过多,且特征也各有不同。如以莖的中柱來說,則有双韧管状(姬蕨等)、分体(也称为多环,如蕨)与各种分裂不同的网状(溟水龙骨等)等型式。就根据这一点來說,在演化上要想認為沒有高下,是不可能的。况除此而外,其他不同之点尚多,象孢子的分布、子囊群、叶脉分布的如何等等,都有不同。所以最近学者有将原来的水龙骨科改分多科或設亚科的,而同一水龙骨科的名詞,至此便有新、旧之別,旧的是此群蕨类的总称,新的仅代表其中的一小部分而已。

蕨类植物群 近几十年来,种子蕨的发现日益众多,从前認為不相連續的蕨类与种子植物,至此便成为 1 群,所以种子植物导源于蕨类,实无問題。因此,今日維管植物应分为:裸蕨(Psilopsida)、石松(Lycopsida)、楔木(Sphenopsida)及蕨类(Pteropsida)各植物群(見第一編)。而蕨类植物群(简称蕨群)即从前視為各不相属的合蕨目(Coenopteridales)、蕨綱(Filicinae)、种子植物(Spermatophytes)三者的总称。而至今日,种子这种器官,不再被認為是裸子植物与被子植物所特有的器官了。

器官的演化

孢子体 維管植物的孢子植物体一概分为根、莖、叶 3 部分,此三者合称为基本部分。各种植物的基本部分形式各异,构造有別。茲將蕨类植物孢子体的主要器官分別申述如下:

根 蕨类的根系次生的不定根,其构造通常具有 1 枚倒金字塔形的頂端分生細胞,根冠、根身都由此分化而来。根的本身与他类維管植物相似,也分为皮层、中柱 2 部分。中柱的构造多是二到四原型,少数是单原型或多原型的。木質部与韧皮部都是相間而生,成为間隔排列。而木質部的发育都是外始式,无他始式的。在下等及古代蕨类如鱗木等,其根的分歧都是双叉对分。而石松蕨类的胚胎都无根原基細胞的分化,所以一般蕨类都无初生根。蕨类中具有特殊根部构造的如水韭与普罗洛米亚的根型构造,此器官似根非根,而内部构造也与根不同。其他如卷柏的根托,則又是 1 种特殊的器官。

莖 莖是植物体的主干,凡各器官无不由此而生。有人說植物体是 1 根分歧的軸,而其各部分所以不同的,則因反应环境影响特化而成,但其基本构造則都是相同的。这种解釋叫做“頂枝学說”。应用頂枝学說則植物体的各部分都可以被認為是枝干,如孢子囊可以被認為是产育干軸。干軸在地下的是根,生长于地上的是莖。此学說用于种子植物毫无困难。但对于石松植物群,則除非承認小叶种类的叶片是莖特化而成,且并不是添附的器官,否則无以自圓其說。

中柱 莖干中柱的构造在演化上最为重要。中柱式样繁多,其演化的途徑依照秦奕門[Verdoorn 1938]的意見可分为 3 条。原生中柱是最下等的、而构造也是最原始的。古、今蕨类如萊尼蕨、鱗木类、石松类、卷柏、芒萁骨、海金沙、膜叶蕨等莖的中柱都是原生的。由此可分向 3 方面演进。(1)由原生中柱漸成多角的星状中柱(如星木、松叶兰等),最后进化到編織中柱(如石松类)。(2)另有由原生中柱进化成外韧管状中柱,再进到网状中柱,最后成分体中柱的。最初,原生中柱中央的細胞并不分化成木質部,而永久停留为薄壁細胞,便成为髓部,而此中柱便成为管状或筒状中柱(封印木、阴地蕨等都是)。又因枝隙的增多,管状中柱便分裂而成网状中柱。

如果皮层与髓部中也有維管束的分化,那末,便成为分体中柱(如杉櫟),而最后演进成与单子叶莖相同的标准分体中柱。(3)此外,由原生中柱及管状中柱或星状中柱都可进化成双韧管状中柱(姬蕨等),而最后分裂成多环(如蕨)、多体(如水龙骨)等中柱。髓 髓部是中柱中央薄壁細胞所在的部分,已略叙述于前。如此分化的髓部,叫做柱內导源的髓。除此而外,尚有由中柱的外部,向内侵入而成的,則叫做柱外导源的髓。双韧构造,就是如此形成的。因为皮层組織由叶隙向内侵入便成为髓部,所以其构造有内生中柱鞘、内生韧皮部以及内生内皮层^①。枝 蕨类中的原始种类,多数具有二叉分歧的現象,裸蕨目与松叶兰目是绝对二叉分歧的。而石松目与鳞木目以及其他下等种类,枝的分歧也多半是双分。星木与石松目中的一部分則是二叉分歧与单杆发育的来源。此外,羽状分歧导源于二叉的,則可于海金沙及苹叶見到。枝条的特化擴張成叶片的也有,如膜叶蕨等都是。叶 叶的演化有几种学說。(1)枝化学說 如上所述,叶片就是枝条所特化成的例子。另外在小原生蕨 1 干之上所发生的旁枝,自上而下漸由柱形标准的枝条特化成扁平的叶片。这是旁枝特化成叶的有力証据。此外,裸蕨目的化石以及原生蕨的另种,其整体分歧的侧枝,全部平展生长,且枝尖向两侧擴張成翼,便成为蕨这一类的复叶(參閱 [Eames 1936] 322 頁)。而現代蕨类叶部的尖端具有分生細胞,在下等种类中,叶的延长与生长漫无限制。又在大叶种类中,叶迹构造的复杂与大小,都与其中柱相同。且原始鳞木叶尖的分叉,也可以被認為是二叉分歧枝干的遺迹。此外,更有孢子囊生于叶的頂端等等,都足以証明叶是枝所特化而成的。(2)外产学說 持此学說的人認為叶是枝干以外之物,并非枝所特化而成。关于外产学說的証据也很多,如裸蕨枝旁的刺,其中无叶脉。星木的叶有叶迹,而其长仅达皮层的外部而不及于叶。而与裸蕨相近的另属(*Baragwanathia*)其枝的外部有附生的构造,而此构造的螺旋状排列等等很与叶片相似,且其中也有叶迹及叶脉的分化,由此 3 种植物都可以証明叶是外产之物。又星木的叶与石松类似,且其莖的解剖也是相同,所以石松植物群的演化,或也是如此。(3)此外,叶的演化更有分离的单叶,演进成为彼此不分离的筒状叶。因古代木賊类的叶是輪生而分离的单叶,而現代木賊的叶,則基部不分离而成一筒状构造,在筒上端邊緣部分成齿牙状的构造。如果依古、今木賊类來說,那末,叶片的演化,由分离的进到不分离的。叶脉 叶脉的分布与叶的演化及导源很有关系。如果叶是旁枝所特化而成的,則旁枝的維管束也特化成叶脉。二叉分歧是下等植物的特征,而下等蕨类叶脉的分布也是二叉分歧而末端开放的。在全部蕨类中、叶脉的分布大別可分二歧,网状及介乎二者之間的 3 种。因演化的高低,而叶脉也有不同的分布。因为二歧而开放的是最低下的,网状而不分离的是最进化的。此种过程,在現代蕨叶中都有。而在生于泥盆紀及石炭紀下期的古代蕨类,叶脉开放而非网織。其生存于石炭紀中期的,叶脉的分布始漸呈繁复。直至中生代始見高等进化叶脉分布。所以按时代古今來說,也与叶脉分布的进化很相符合。孢子囊 孢子囊的来源有 2: (1)子囊由莖干直接发生的,此种子囊名莖源子囊。卷柏、松叶兰等的孢子囊都属此种。(2)子囊由叶片所生长的則称为叶源子囊。水韭、鳞木等的孢子囊都属此种。位置 小叶蕨类孢子囊每生于叶的上面,是为近軸而生的。大叶蕨类的

① 关于多体中柱的名詞,有人主張加以廢除 [Eames 1936]。其理由是因为 1 个植物体中只有 1 个中柱,所以不应称为多体,但这仅仅是名詞的問題,与演化没有什么关系。又編織中柱与多环中柱这两个名詞,也有人就用分体中柱来代替的。

子囊則生于叶的邊緣(海金沙等科)或下面(观音座蓮,里白等科),是为远軸而生或称为邊緣子囊。如果按植物演化的高下来說,子囊生长的位置,則近軸的低下,而远軸或生邊緣的进化。孢子囊成群与否,也是演化問題之一,現在綜合古、今蕨类来观察。則紫萁与其他古代下等种类(*Botryopteris*, *Myriotheca*)的子囊都是散生而不成子囊群。但观音座蓮科与接合蕨(*Zygopteris*)以及其他古代蕨类(*Corynepteris*)的子囊則都是群生的。如果依現代种类的比較观察結果来証明子囊群向散生方向进化,那么,子囊的演化似由群生的进化到散生的。子囊群 在同一子囊群中,因孢子囊发育的次序如何,而有單純、逐漸及混合3群的分設。凡在同一子囊托(也叫做胎座)上的子囊,其生长发育完全同时的,称为單純群。一托上所生的孢子囊,其发育的先后不一的,称为混合群。如果1个托上所生的子囊,自托的頂端向下逐渐发育的,叫做逐漸群。此3群之中以單純群为最下等,混合群最高,而逐漸群是中等。

配子体 蕨类配子体的式样大致分为3类。(1)筒状的、(2)扁平简单的、(3)扁平复杂的。三者之外,尚有綫体的,則仅是少数种类所有而已。(1)筒状的 石松、松叶兰与瓶尔小草3目具有筒状构造的原叶体,此种原叶体生长极迟而寿命很长,通常无綠色,而能发生胚胎多枚,且多有內生菌类与之共生。实为下等蕨类具有的配子体。(2)扁平简单的 此种原叶体萌发迅速,生长也快,而寿命很短,但具有叶綠素能独立生活,惟仅生1枚胚胎。观音座蓮等科的原叶体都属此种。(3)扁平复杂的 蕨类仅仅木賊具有扁形而复杂的原叶体,由孢子体演化的比較,而知配子体的进化,以筒状的为基础,而逐渐进到扁平的。

結語 由古、今植物各方面比較观察的結果,可以决定薄囊蕨是1种向前进化的群类,而决不能視為古代植物所遗留的殘余。由其現代生存的种类中,也可以見其进化正在激烈进行,而与被子植物恰好相同。

参考文献

- 孔庆萊等: 植物学大辞典, 商务印书馆, 1922。
- 賈祖璋, 賈祖璋: 中国植物图鉴, 开明书店, 1951。
- 刘毅然: 实用植物学, 科学书室, 1935。
- 刘毅然: 华北植物志, 北京法国书店, 1934。
- 李揚汉: 普通植物学, 上下册, 商务印书馆, 1948。
- 張景鉞: 植物系統学, 北京大学, 1957。
- 張景鉞(Chang, C. Y.): *Pteridium rhizome* Bot. Gaz. Vol. 80. 1927.
- 胡先驌, 錢崇澍, 鄭秉文: 高等植物学, 商务印书馆, 1929。
- 胡先驌: 被子植物的一个多元的新分类系統, 中国科学, 1卷, 1期, 1950。
- 胡先驌: 蕨类植物, 北京, 1950。
- 学术名詞統一工作委員會: 植物解剖学名詞, 商务印书馆, 1953。
- 中国科学院編譯局: 孢子植物名称, 中国科学院, 1955。
- 中国科学院編譯出版委員會名詞室: 孢子植物形态学名詞, 科学出版社, 1956。
- 吳其浚: 植物名实图考, 商务印书馆。
- 秦仁昌(Ching, R. C.): On natural classification of the family "Polypodiaceae" *Sunyatsenia* Vol. 5, 1940.
- 秦仁昌(Ching, R. C.): *Icones Filicum Sinicarum Acad. Sinica Fasc. 1—4. 1930—1937.*
- 秦仁昌(Ching, R. C.): The Study of Chinese ferns. *Bull. Fan. Inst. Biol. New Ser. Vol. 1. № 3. 1949.*
- 斯行健(Sze, H. C.): Mesozoic Plants from Kansu. *Memoirs Nat. Res. Inst. Geol. Aca. Sinica. № III. 1933.*
- 斯行健(Sze, H. C.): Jurassic Plants from Shensi. *Memoirs Nat. Res. Inst. Geol. Aca. Sinica. № II. 1931.*
- 斯行健(Sze, H. C.): b Beitrage zur Liasischen Flora von China. *Memoirs Nat. Res. Inst. Geol. Aca. Sinica, № XII. 1931.*
- 斯行健(Sze, H. C.): Fossile Pflanzen aus Shensi, Szechuan und Fulichow ser, A. Vol. 1. Fasc. 3. *Palaeo. Sinica. 1933.*
- 斯行健(Sze, H. C.): Beitrager fur mesozoischen Flora von China ser. A. Vol. IV. Fasc. 1. *Palaeo. Sinica. 1933.*
- 徐仁(Hsu, J.): Plant fragments from dwonian bed in central Yunnan, China. *Jour. Indian Bot. Soc. 1946.*
- 沈及相(Sheng, C. S. and Siang, W. N.): Studies in the aquatic Phycomycetes of China. *Sci. Rept. Nat. Tsing Hwa univ. Ser. B. Biol. and Psychol. Sci. Vol. 5. 1948.*
- 周家巖(Cheo, C. C.): A study of *Collybia albuminosa*, the termite growing fungus in its connection with *Aegeri*—to duthiel Berk. *Sci. res. Vol. 1. № 1. 1942.*
- 周宗璜(Chow, C. H.): Contribution á létude des développement des *Coprinus*. *Le. Botaniste Serie XXVI. 1934.*
- 潘 (Pan, C. H.): Older Mesozoic plants from north Shensi. *Palaeo Sinica. Ser. A. Vol. IV. Fasc. 2. 1936.*
- 王宗清(Wang, C. T.): Contribution á létude des *Ustilaginees*. *Le Botaniste Serie XXVI. 1934.*
- 曾呈奎, 張峻甫: 甘紫菜的生活史, 植物学报, 3卷, 3期, 1954。

- 曾呈奎, 張峻甫: a 甘紫菜的絲狀體等, 植物學報, 4 卷, 1 期, 1955。
- 曾呈奎, 張峻甫: b 紫菜的有性生殖, 植物學報, 4 卷, 期 2, 1955。
- 曾呈奎, 張峻甫: c 紫菜生活史修訂, 植物學報, 4 卷, 3 期, 1955。
- 曾呈奎, 張峻甫: 我国的紫菜与养殖, 生物學報, 1956。
- 严楚江: 形态学中的植物演化問題, 厦門大學學報, 自然科学版, 3 期, 1955。
- Bessey, E. A.: A Text Book of Mycology, Bloksion 1939.
- Bower, F. O.: The Origin of a land flora. MacMillan 1908.
- Bower, F. O.: Primitive land plants. MacMillan 1935.
- Bower, F. O.: Botany of living plants 4th ed. MacMillan 1947.
- Bower, F. O.: Size and Form in Plants. MacMillan 1940.
- Bower, F. O.: Filicales 3 Vols. Cambridge 1923—28.
- Brown, W. H.: The plant kingdom, A text Book of Botany. Gin & Co. 1935.
- Campbell, D. H.: The Eusporangiotae. Cosnegie inst. 1911.
- Campbell, D. H.: The Structure and development of Mosses and Ferns. MacMillan 1905.
- Christensen, C.: Index Filicum, Hagerup, Capenhogen. 1947.
- Copeland, E. B.: Genera Filicum. Chronica Bot. Co. 1947.
- Coulter, Barnes, and Cowles: Text Book of Botany. Vol. 1. rev. ed. American Book Co. 1930.
- Dangeard, P.: Traite D' Algologie. Lechevalier, Paris 1933.
- De Bary: Comparative Anatomy of Pnerogams and Ferns. Engl. trans. Clarendon press. 1884.
- Eames, A. J.: Morphology of Vascular Plants. McGrow-Hill 1936.
- Eames, A. J. and MacDaniels. L. H.: An introduction to Plant Anatomy 2nd ed. M cGrow-Hill 1947.
- Fitzpatrick, H. M.: The lower Fungi. McGrow-Hill 1930.
- Florin, R.: Zur alttertiären Flora der sudlichen Mandshurei Pal. Sinica. ser. A Vol. 1. Fasc. 1. 1922.
- Fritsch, F. E.: The structure and development of the Algae. Vol. 1. and 2. Cambridge press. 1935, 1945.
- Fulford, M.: Recent interpretations on the relationships of the Hapaticae Bot. Rev. Vol. 14. 1948.
- Fuller, A. H. R.: Researches on Fungi. Vol. II Longmans, Green 1924.
- Gäumann and Dodge: Comparative morphology of Fungi. McGrow-Hill 1928.
- Goebel, K. F.: Organography of Plants Vol. 1 and II. Engl. ed. Clarendon press, Oxford. 1900, 1905.
- Goebel, K. F.: Outline of classification and special morphology of plants. Engl. trans. Clarendon press. 1887.
- Gothan, W. und Sze, H. C.: Über die Palaeozoische Flora der provinz Kiangsu. Memoirs Nat. Res. Inst. Geology Aca. Sinica. № XII. 1933.
- Gothan, W.: Über new Lepidodendron fundesus dem unter Karbon Von Lungtan, China, Memoirs Nat. res. Inst. Geol. Aca. Sinica. № XII. 1933.
- Gwynne—Vaughan and Barnes: Structure and development of the Fungi. rev. ed. Camb. univ. press. 1935.
- Haburlandt, G.: Physiological plant anatomy, translated from 4th German ed. MacMillan 1928.
- Halle, T. G.: Fossil Plants from south-western China, Palaeo. Sinica. Vol. 1. Fasc. 2. 1927.
- Halle, T. G.: On Drepanophycus, Protolepidodendron and protopteridium, with notes on the Palaeozoic flora of Yunnan, Palaeo. Sinica. Ser. A. Vol. 1. Fasc. 4 1936.
- Halle, T. G.: Palaeozoic plants from central Shansi. Palaeo. Sinica. Vol. II. Fasc. 1. 1927.



- Haupt, A. W.: An Introduction to Botany. 2nd ed. McGraw-Hill 1946.
- Haupt, A. W.: Plant morphology. McGraw-Hill 1953.
- Heald, F. D.: An Introduction to plant pathology. 2nd ed. McGraw-Hill 1943.
- Heald, F. D.: Manual of Plant diseases. McGraw-Hill. 1926.
- Hill, Overholtz and Popp: Botany. McGraw-Hill 1936.
- Helman and Robbins: A text Book of General Botany. 4th ed. The Weyley & Sons 1945.
- Hooker, W. J. and J. G. Boder: Synopsis Filicum. 2nd ed. Hardwicke. London 1874.
- Hutchinson, J.: The Families of Flowering Plants. MacMillan 1926.
- Jordan and Burrows: Text Book of Bacteriology. 14th ed. 1946.
- Krieger, L. C. C.: The Mushroom hand Book. McGraw-Hill 1926.
- McDougall, W. B.: Mushrooms. Houghton Mifflin 1925.
- Oltmann, F.: Morphologie und Biologie der Algen 3 Vols. Jena 1922—1923.
- Rothmalar, W.: Allgemeine Taxonomie und Chronologie der Pflanzen. Wilhelm Gronau Verlag, Jena 1950.
- Sharp, L. W.: Introduction to Cytology 1943.
- Smith, G. M.: Fresh Water Algae of The United States. McGraw-Hill 1933.
- Smith, G. M.: Marine Algae of the Monterey Peninsula. Stanford, 1943.
- Smith, G. M.: Cryptogamic Botany Vol. 1. Algae and Fungi; Vol. 2, Bryophytes and Pteridophytes. McGraw-Hill 1938.
- Strasburger: Allgemeine Botanik, 6th Engl. ed. 1930.
- Tardieu—Blot: Les Asplénées, Bull. Sec. d'hist. Nat. de Toulouse. 1932.
- Topley and Willson: Principles of Bacteriology and Immunity. Vol. 1. 3rd ed. Willians & Wilkins 1949.
- Verdoorn, Fr.: Manual of Bryology, The Hague, Martinus Nijhoff 1932.
- Verdoorn, Fr.: Manual of Pteridology, The Hague, Martinus Nijhoff 1938.
- Wakton, J.: An Introduction of The Study of Fossil Plants Adam Charles Black. 1940.
- Wardlaw, C. W.: Morphogenesis in Plants. Methuen 1952.
- Wettstein, R.: Handbuch der Systematischen Botanik, Vierte Auflage. Franz Deuticke, Leipzig und Wien 1935.
- Wieland, G. R.: Antiquity of the Angiosperms 1929. 世界植物学会宣读論文.
- Wolf, T. A. and F. T. Wolf: The Fungi, 2 Vols, John Weyley & Sons, 1947.
- Zinsser and Bayne-Iones: A text Book of Bacteriology 7th ed. 1935.
- Тахтаджян, А. И. (胡先驕譯): 高等植物系統の系統发育原理, 科学出版社, 1954.

18.571

258

1474495



